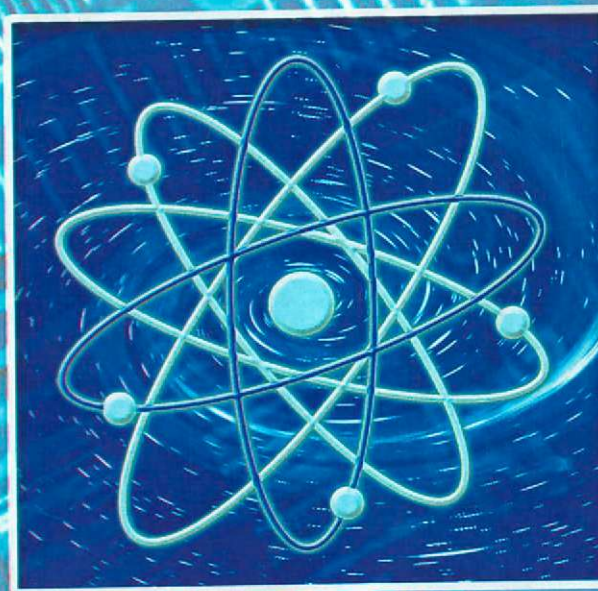


НАУЧНЫЙ журнал
ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИР.С.ТОРАЙГЫРОВА



4 / 1 * 2 0 0 5

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА



Қ А З А Қ С Т А Н
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

МАЗМУНЫ**Жаратылыстану ғылымдар**

- У.Х. Альмишее, А.П. Бондаренко, Т.У.Альмишева*
 А. А. Ведерникова
 Тоғайда жақсарту жәж кешшді жинау
- К.У. Базарбеков, А.П. Бондаренко, А.А. Қалиева*
 СИП аймағындағы ауылшаруашылық өндірісі.....12
- К. У. Базарбеков, А.П. Бондаренко, А.А. Қалиева*
Р.А-Гараев, И. С. Панасенко
 Қоқыс: Кекейкесті мәселе жәш шешудің мүмкiвдi
 жолдары 19
- А.П. Бондаренко, А. А. Қалиева, Н.Н.Бондаренко,*
Р.А.Гараев, Р.А.Гараев, И.С. Панасенко, А.А. Ведерникова
 Микробиологиялық биотынайткы штарды дайындаудың
 технодогиялық үрдісі және оның ауылшаруашылық
 ендірісіндегі ролі.....26
- А. Жедоуова, Г. Мурсалова, В. В. Васильев*
 Жьшүэшргетикадағы плазмаларды ізайдалану
 технологиясы мек болашақ әдістері ,32
- С.Ж. Кенбеилова, С.Ю.Ковтарева*
 Алкалондтердіңтермодинамикалықсипагы.....39
- С.Ю. Ковтарева, С.Ж. Кенбеилова*
 Мұнай эмульс иясының тұздануы мен с>сыздануы үрдісіың
 тиімділігіне әжісгр нүктссінің әсері .43
- И.В. Мальков, А.В. Павловский*
 Ағынды судағы ауыр металдар.....47

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кадысова Р.Ж., к.и.н., доц. (*главный редактор*)
 Утегулов Б.Б., д.х.н., проф. (*зам. гл. редактора*)
 Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (*отв. секретарь*)
 Члены редакционной коллегии:
 Бойко Ф.К., д.т.н., проф.
 Газалиев А.М., д.х.н., проф., член-корр. НАН РК
 Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
 Глазырин А.И., д.т.н., проф.
 Дауксеи Г.Ж., к.т.н., проф.
 Ергожнн Е.Е., д.х.н., проф., академик НАН РК
 Кислое А.П., к.т.н., доц.
 Клещель М.Я., д.т.н., проф.
 Куперин М.К., к.т.н., доц.
 Мансуров З.А., д.х.н., проф.
 Мурзагулова К.Б., д.х.н., проф.
 Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
 Сагинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
 Сулеев Д.К., к.т.н., проф.
 Сейтахметова ПН. (*тех. редактор*)

Адрес редакции:
 140008, г. Павлодар,
 ул. Ломова, 64.
 Тел.; (3182) 45-11-43
 (3182) 45-38-60
 Факс: (3182) 45-11-23
 E-mail: publish@psu.kz
 nauka@psu.kz

	С.И. Нураңов	
	Роторлы экскавациялық машиналардың жетілу бағыты мшболашағы	112
	А.Щржауов, К.Әбішев, А.Сматаев, А.Тайшубекова	
	Гракторды тоқтату динамикасы туралы	120
о о 9? 2	А.Н.Щржауов	
с .	Грактор жүріс жүйесінің тонырақпея ұтасуының кейбір мәседажрі	124
2 1	4.Ф. Проскураков, О.В. Никитина	
о й 4, d ч Ш О Ш	Көп бағытты станоктардагы өлшемді байланыстарды Бағдарғамалық-математш<алыққамтамасыз тту туралы	131
	Г.К. Сапарова	
	Гау үйіндісінің асырмалыкүші кезіндегі эжектрлі келемі	140
Х Л	Е.К. Саръшов	
	Машинаның металлконтрукциясының қозғалысының гөмшдсуінің жоғары тиімді құралдары	146
3" <	Б. Т. Станевич, Б. Ч. Қудрышова > К. Ибрагимов	
	Көмір ондіру қалдығынан керамикалық үлгілер күйдіру эезіндегі үрдісті зергтеу	150
	Б.В. Өтегулов, Ә.О. Бәйтемірова	
	Электрэнергетикалық жүйе кетесін есептеу көрсеткіштерінң жіктелуі мен талдауы	154
	Б.Б. Өтегулов, В.О. Гребенникова	
	Үзілісті ток электр желісіндегі беріктік жөш Серілім қуаты	158
	Біздің авторлар	165

| Ч д д ^ 2 С Ю 5 _____ СОДЕРЖАНИЕ

	Естественные науки	
<i>J h l ...Ci'j</i>	<i>ш Ц .V.X Альмишев, А.П. Бондаренко, Т. У. Альмишева</i>	
	<i>1 ^ А.А. Ведерникова</i>	
ЩКГ^ щ Э s	Улучшение лугов и комплексная уборка.....7	
ШвШШ	<i>К.У. Базарбеков, А.П. Бондаренко, А.А. Калиева</i>	
ПЙХ	Сельскохозяйственное производство на территории	12
Q Сз II СИПа	
' з	<i>2 ш К.У. Базарбеков, А.П. Бондаренко, А.А. Калиева</i>	
' _	<i>< § Р.А.Гараев, И. С. Панасенко</i>	
ь W ^	Sgj Свалка: проблема и возможные пути решения.....19	
<i>ищииш,</i>	<i>< ^ А.П. Бондаренко, А.А. Калиева, Н.П.Бондаренко,</i>	
<i>II ^ Г ^</i>	<i>g ^ Р.А.Гараев, Р.А.Гараев, И. С. Панасенко, А.А. Ведерникова</i>	
ШШЕІ ИМИ	a= Технологический процесс приготовления	
	>s микробиологического биоудобрения и его роль в	
	сельскохозяйственном производстве.....26	
<i>и „ ет</i>	<i>a</i>	
X	<i>o</i>	
	<i>o</i>	
	Перспективные методы и технологии использования	
	<i>С.Ж. Кенбеилова, С.Ю. Ковтарева</i>	32
п ЕЗ^З	Термодинамические свойства алкалоидов.....39	
Ij ' I Ні	<i>С.Ю. Ковтарева, С.Ж. Кенбеилова</i>	
O	О влиянии эжктрических полей на эффективность процесса	
<i>IYIiaі</i>	<i>обессливания и обескреживания нефтяных эмульсий ..43</i>	
	<i>И.В. Мильков, А.В. Пасловский</i>	
	Тяжелые металлы в сточных водах..... 47	
A	<i>Е.В. Пастух</i>	
	Влияние введения пассиватора тяжелых металлов в сырье	
Xij #	каталитического крекинга на конечный выход цежвого	
	продукта..... 51	
	<i>Р,И.Сержанов,А.С. Асылбекова, Р.С. Жапар</i>	
A		
^ h д ^ *	Эффективность примедаша методов измерения	
ЕЗ^Жаз	температуры заготовок перед	
	пластической деформацией.....57	
	Технические науки	
	<i>Ж.Е. Ахметов, П.С. Сембаев, Е.М. Мукатов</i>	
	Перспективы сборки оборудования по производству	
	тротуарных плиток.....62	

4.В. Богомолов, Р. Т. Мусабков, М. Ж. Садыков	Математическое моделирование процессов прокатного производства с целью улучшения качества продукции. 67
В. А. Бороденко	Послуживательная схема совпадения.....73
В.П. Василевский, И. С. Гордиенко	Физика нагарообразования в дизелях и пути его снижения . 78
Н. С. Дудак, Д. А. Пешкова	Использование датчиков в контрольно-измерительных операциях, как основа метрологического обеспечения производства.....81
С.К. Ельмуратов	НелшЕйные задачи теории шеднородных оболочек переменной жесткости 87
С.К Жумадилов, А.Ж. Тайшубекова	Особенности конструкции экскавационных машин с осковшовым ротором нижней разгрузки.....92
С.К. Жумадилов, А.Ж. Тайшубекова	Проблемы и методы решения проблем, машин с инерционным ротором нижнж разгрузки.....95
В. А. Козионов	Технология моделирования защиты зданий от подтопления 98
Р.Б. Муканов, П.О. Быков	Проблемы подготовки специалистов в области систем автоматизированного проектирования.....107
С.Н.Нураков	Направления и перспективы совершенствования роторных экскавационных машин.....112
А.Нуржауов, К.Абишев, А.Сматаев, А.Тайшубекова	ЕС вопросу динамики торможения трактора.....120
А.Нуржауов	Некоторые проблемы соприкосновения с грунтом системы движения тракторов.....124
А. Ф. Проскуряков, О.В. Никитина	О программно-математическом обеспечении настройки размерных связей в многоцелевых станках.....131
Г.К. Сапарова	Объемы эжектирования при перегрузках кусковой горной массы.....140

АУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

№ 4 2005

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

Е.К. Сарымов

Высокоэффективные средства снижения колебаний
металлоконструкций машин 146

И.Т. Станевич, Б.Ч. Кудрышова, К. Ибрагимов

Исследование процессов, протекающих при обжиге
керамических образцов из отходов угледобычи 150

Б.Б. Утегулов, А.О. Байтмирова

Классификация и анализ методов расчета параметров
режимов электроэнергетических систем 154

Б.Б. Утегулов, В.О. Гребенникова

Пределы передаваемой мощности и устойчивость дальних
электропередач переменного тока 58

Паши авторы 165

Корректоры

К.С. Ергалиев (каз.)

Н.Р. Омаров (рус.)

Компьютерная верстка

А.С. Кылышпаева

© ПГУ им. С. Торайгырова

I ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

II УДК 633.2.03

• УЛУЧШЕНИЕ ЛУГОВ И КОМПЛЕКСНАЯ УБОРКА

У.Х. Альмишев, А.П. Бондаренко, Т.У. Альмишева

||| Павлодарский государственный университет

Si им. С. Торайгырова

А.А. Ведерникова

||1 НИИ Биологии и Биофизики, г. Томск

'
III *Мақала азық өндіруді арттыру мен иың сапасын жақсарту мақсатымен ііабылдьц өнімділігін көтеру мем кешенді жинау тәсілісіне арналады.*

Статья посвящена способам повышения продуктивности лугов и комплексной уборки с целью увеличения производства кормов и улучшения их качества.

The article is devoted to the ways of increasing the meadow and complex harvesting productivity with the aim to increase the forage production and to improve its quality.

Основой увеличения продукции животноводства в условиях Севера Казахстана. является укрепление кормовой базы, увеличение производства кормов, улучшение их качества и своевременная заготовка. Важную роль в этом играют пойменные луга, обеспечивающие высокую урожайность и питательную ценность кормов. Однако в условиях непостоянного и короткого по времени затопления лугов, особенно на повышенных участках урожайность лугов оказывается низкой с обедненным разнотравьем. На реках с зарегулированным стоком краткочасовые площади возрастают, что еще в большей степени снижает продуктивность лугов и их видовое разнообразие.

Одним из способов повышения продуктивности повышенных участков лугов со сроком затопления до пяти дней может служить подсев лядвенца рогатого /1/ (рисунок 1). При подсеве лядвенца рогатого

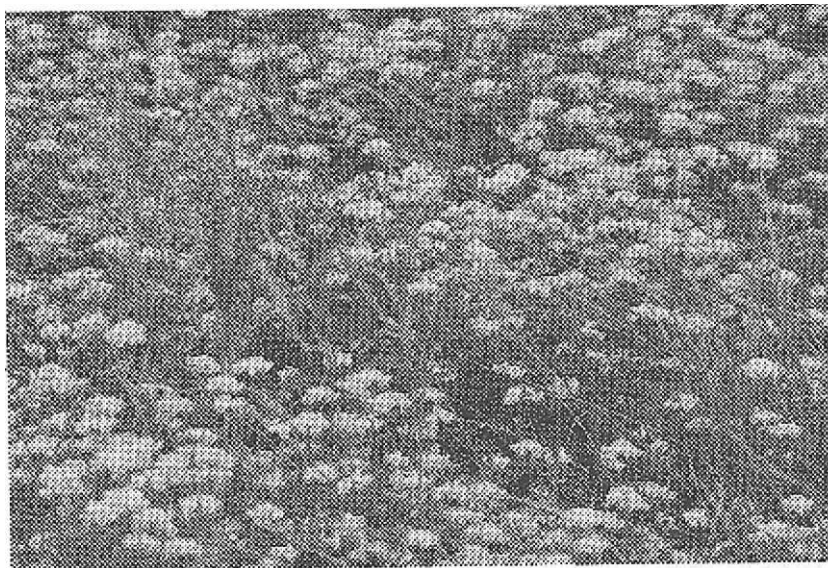


Рисунок 1 Лядвенец рогатый в травостое лугов на повышениях

возможно применение микроорганизмов, фиксирующих азот /2/, обеспечивающего высокую скорость роста и развития растений. Азотфиксаторы эффективны на всех культурах, но наиболее высокие эффекты отмечены на бобовых растениях, образующих клубеньки. В результате подсева лядвенца в 1,5-2 раза повышается урожайность таких территорий и увеличивается питательная ценность кормов.

На этом снимке показан травостой участка лугов с затоплением менее пяти дней. Основную массу растительности (до 90%) составляет лядвенец рогатый, который вытесняет малопродуктивные виды, к тому не обладающие пищевой ценностью, как, например, щучка дернистая. Однократный подсев лядвенца, при соблюдении технологии, приводит к его закреплению, постепенно он вытесняет многие виды растений, и, в первую очередь, виды с низкой хозяйственной ценностью.

Важным фактором, повышающим отдачу лугов, является комплексная уборка сена, в краткие сроки. Ниже приведена схема такой уборки современным оборудованием на лугах Павлодарской области. На рисунке 2. показана роторная сенокосилка, обладающая высокой производительностью и способной скашивать любой травостой. При благоприятных условиях в течение двух-трех дней сено готово к сгребанию и валкованию.

На рисунке 3. показан валкообразователь высокой производительности, подготавливающего сено к следующему этапу: прессованию и перевозке на постоянное место хранения. При перевозке на значительные расстояния прессование

(рис.4.) является прогрессивным приемом, приводящим к значительной экономии средств и удобным при скармливанию животным.



Рисунок 2 Скашивание сена роторной косилкой




Рисунок 3 Валкообразователь

Прессование можно также использовать для сбора растений, с последующим их обмолотом для получения семян лядвенца рогатого в закрытых помещениях в зимнее время. Своевременная уборка сена в краткие сроки в значительной степени снижает трудозатраты при более высокой сохранности его качества и урожайности.



Рисунок 4 Подборка и прессование сена

На рисунке 5. показана транспортировка сена. Транспортировка может осуществляться различным транспортом в зависимости от расстояния, объема заготавливаемого сена и экономической целесообразности.

....  с ШШ -

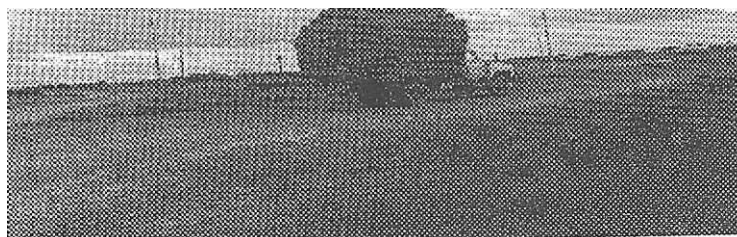


Рисунок 5 Транспортировка сена

Практика показывает, что скирдование сена предпочтительнее производить в непосредственной близости к животноводческим фермам, где оно будет использовано. Это связано, в первую очередь, с более низкими расходами на транспортировку в теплый период и гарантированную обеспеченность животных кормами в зимний период.

Важным элементом, способствующим более высокой экономической эффективности использования растительных кормов в сельскохозяйственном производстве, является подготовка кормов. При этом могут быть использованы фи-

№4, 2005 г.

зические, химические или биологические методы, или совместное их применение. Технологии подготовки кормов, и оборудование, применяемое при этом будут рассмотрены в следующей статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альмишев У.Х. Современное экологическое состояние поймы Иртыша. //Зерно и зернопродукты. - №1.- С. 43-46.
2. Бондаренко А.П.. Микроорганизмы в сельскохозяйственном производстве. Практические рекомендации по инновационным технологиям в сельскохозяйственном производстве. - Павлодар, 2003.

УДК 631. 438. 2

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ТЕРРИТОРИИ СИПА

К.У. Базарбеков, А.П. Бондаренко, А.А. Калиева

Павлодарский государственный университет

•им. С. Торайгырова

|||| *Мақалада СИП территориясында экологиялық жағдайдың*
||| *мәселелері: қорыққан орта жайының нашарлуы мен топ ыраң қунарлығының*
төмендеуі сипатталады.

||| *В статье освещаются проблемы экологической обстановки на*
||| *территории СИПа: ухудшение состояния окружающей среды и снижение*
плодородия почв.

||| *The article raises the environment issues on the territory of SIP: worsening*
of the environment and the decrease of the soil fertility.

Экологическая обстановка Северного Казахстана остается неудовлетворительной. Высокая техногенная нагрузка на природные ресурсы ухудшает состояние окружающей среды и снижает плодородие почв. Выбросы радиоактивных элементов в окружающую среду существенно изменили радиационную обстановку в биосфере, что оказало огромное влияние на все экологические взаимоотношения. Радиационный фон является постоянно действующим экологическим фактором, играющим важную роль в формировании и эволюции живого вещества. Естественный фон обусловлен космическим излучением и радионуклидами, содержащимися в земной коре, воде и воздухе. Дозовые нагрузки на биосферу, обеспеченные этими компонентами, имеют географическую и временную зависимости [1-3].

В настоящее время важная составляющая радиационного воздействия на биосферу - антропогенное загрязнение окружающей среды, возникшее благодаря интенсивному использованию расщепляющихся материалов, в том числе и долгоживущих, многие из которых активно вовлекаются в биогенный круговорот веществ. Несмотря на существенное снижение техногенных выбросов радиоактивных элементов в окружающую среду за последние десятилетия, эта проблема будет иметь значение еще долгое время, из-за глобального и регио-

нального загрязнения поверхности Земли и длительного периода полураспада некоторых радионуклидов [2,4].

Облучение человека и животных радионуклидами, поступившими в среду обитания, складываются из внешнего облучения радионуклидами, осевшими на почленно-растительный покров земной поверхности, облучения радионуклидами, поступающими в организм через органы дыхания, а также облучения поступившими внутрь организма через пищеварительный тракт с пищей и водой. Последний из перечисленных способов облучения является доминирующим в настоящее время на территориях, содержащих повышенные уровни радиоактивных элементов [3-4]. Радиационное воздействие техногенного происхождения изменяется со временем и вопрос его последствий на живые системы требует изучения, как из-за отсутствия полной картины влияния хронического облучения на седельный организм низкими и сверхнизкими дозами ионизирующего излучения, так и из-за слабой изученности системных изменений в биосфере при длительном влиянии измененных и новых эволюционных факторов.

Глобальные выпадения продуктов радиоактивного распада ядерных взрывов, после их перераспределения через верхние слои атмосферы, имеют определенную закономерность, которая практически отсутствует в распределении региональных и локальных выпадений. По-видимому, это обусловлено как большим числом взрывов в разных метеорологических условиях, так и более поздним перераспределением радионуклидов в результате эрозионных, преимущественно дефляционных процессов, техногенных воздействий на почву, а также биогенного перераспределения радиоактивных веществ.

Содержание в почве радионуклидов цезия-137 и стронция-90 отличается большой неравномерностью, в некоторых, оно соответствует глобальному (рис. 1-2), или незначительно превышает этот уровень, в других точках различие достигает 4-10 кратной величины, имеются точки с 80 кратным превышением фоновый уровень для цезия-137.

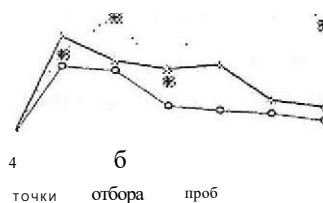


Рисунок 1 Отношение локальной активности цезия-137 к глобальной активности в точках проведения измерений

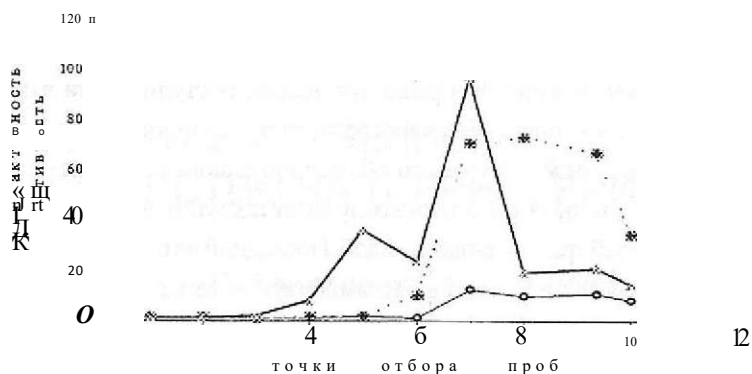


Рисунок 2 Отношение локальной активности стронция-90 к глобальной активности в точках проведения измерений

На графике показано, что уровень загрязнения почвы радиоактивным цезием на территории полигона различается достаточно сильно, если большая часть взятых проб имеет фоновый уровень заражения, соответствующий глобальному для данной территории, то в некоторых точках различие значительно, что, безусловно, связано с местными выпадениями или перераспределениями радиоактивных веществ.

Средние величины активности стронция-90 в большинстве точек отбора проб не превышает средний уровень глобального загрязнения этим нуклидом данного региона. Однако в некоторых точках оно в 2 - 4, а в отдельных в 20 - 30, и даже 100 раз выше глобального фона. Отбор проб воды на территории полигона проводился в доступных для этой цели источниках. Нужно отметить, что вода, как элемент биосферы, отличается достаточно высокой способностью к самоочищению, и переводит самые различные загрязнители, в том числе и радиоактивные в малодоступное состояние.

Суммарная бета-активность воды во всех взятых пробах колебалась в пределах $0,0015 - 0,0075 \times 10^{-9}$ Ки/л, эти величины активности радионуклидов не оказывают существенного влияния на жизнедеятельность организмов, использующих ее как среду обитания, или источник водопотребления.

Образцы растений отбирались на тех же участках местности, где бралась почва для анализа. Видовой состав растений не учитывался. Растительная масса доводилась до воздушно-сухого состояния и определение радионуклидов велось с учетом массы растений в воздушно-сухом состоянии. Коэффициент перехода определяли исходя из результатов анализа нуклидов в почве и растениях одних и тех же точек. Данные измерений активности цезия-137 в растительной массе представлены на графике (рис.3.). На графике видно, что накопление цезия-137 колеб-

№4, 2005 г.

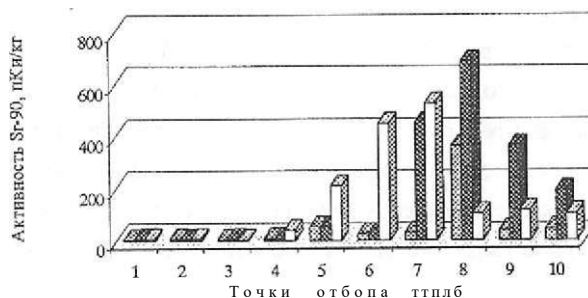
летя от 10 до 400 пКи/кг воздушно-сухой массы растений, причем наибольшие значения отмечены на значительном удалении от границы "опытного поля".



В 60 км от границы полигона И 70 км от границы полигона П80 км от границы полигона

Рисунок 3 Содержание цезия-137 в растительной массе в точках отбора образцов (пКи/ш воздушносухой массы)

Активности стронция-90 в растительной массе представлены на графике (рис.4.), из которого видно, что накопление стронция-90 колеблется от незначительных величин до 650 пКи/кг воздушно-сухой массы растений. При сравнении данных графиков 3 и 4, видно, что отношения активностей этих радионуклидов различно для разных точек отбора проб, что свидетельствует о независимом поведении радиоактивных изотопов стронция и цезия в объектах ценозов.



Ш 60 км от границы полигона S3 70 км от границы полигона • 80 км от границы полигона*

Рисунок 4 Содержание стронция-90 в растительной массе в точках отбора образцов (пКи/кг воздушносухой массы)

Величины доз и уровни облучения общепринятые в системе гражданской обороны в условиях чрезвычайных ситуаций значительны, и во много раз превышают значения радионуклидного воздействия, обусловленного остаточными загрязнениями объектов сельскохозяйственного производства в результате ядерных испытаний и радионуклидных выпадений техногенного происхождения, однако до настоящего времени нет однозначного ответа о степени влияния малых и сверхмалых доз ионизирующего воздействия на живой организм, а тем более на экосистемы.

стемы в целом. В связи с этим желательнее свести к минимуму воздействие радионуклидов, особенно искусственного происхождения, на сельскохозяйственные объекты и максимально снизить их концентрацию в конечной продукции.

Специфика миграции радионуклидов в биосфере и особенности их воздействия на живые организмы, ставит их в число самых опасных загрязнителей окружающей среды. Изучение последствий многолетних ядерных испытаний на территории бывшего СИП и оценка радиэкологического состояния почвенно-растительного покрова сенокосно-пастбищных земель СИП находятся в ряду актуальных проблем региона. Объективная оценка ядерных последствий нанесенных на лугопастбищную среду полигона, с учетом изучения общей радиационной ситуации на нем, требует организации и проведения специальных циклов исследований, направленных на установление миграционной закономерности радионуклидов, их распределения и биологического действия на различные компоненты биогеоценоза.

Результаты этих исследований должны дать ответ на вопрос - насколько обследуемая лугопастбищная среда пригодна для организации и проведения сельскохозяйственной деятельности. Дело в том, что несмотря на ограниченную изученность радио- и агроэкологической обстановки на территории полигона, люди проживающие на территории СИП и в его окрестностях, довольно активно проводят хозяйственную деятельность. Здесь занимаются заготовкой сена, огородничеством, осуществляют выпас скота и другие виды крестьянского труда. В этой связи, изучение характера радиоактивного загрязнения почвенно-растительного покрова лугопастбищных земель данного региона имеет определенную хозяйственную и научную значимость.

Установленным фактом является наличие на территории СИПа участков с уровнем содержания радионуклидов, способным оказать негативное влияние на здоровье человека, животных и качество сельскохозяйственной продукции. Несмотря на то, что за период с 1963 года, после запрещения проведения ядерных испытаний в трех средах, радиационная обстановка заметно улучшилась, дозовые нагрузки на биосферу существенно уменьшились, в непосредственной близости к местам проведения взрывов остались территории с высоким содержанием радионуклидов. Особая опасность связана со стохастичностью таких территорий, изменением их положения и появлением новых загрязнений, определяемых миграцией радиоактивных веществ.

В связи с этим первоначальной задачей должно быть прекращение хозяйственной и иной деятельности на территории полигона и непосредственно прилегающей к ней до проведения здесь радиэкологического мониторинга. Мониторинг должен учитывать радиационное состояние в фиксированных точках, содержание значимых радионуклидов, их форму, расположение и другие

характеристики, определяющие их возможное воздействие на живые организмы и возможность включения в сельскохозяйственную продукцию. Кроме того, должен быть сделан прогноз возможных путей миграции радионуклидов в элементах ценозов. После проведения мониторинга предпочтительнее создание ГИС карты с прогнозными характеристиками радиационных процессов.

На основе полученных данных, с учетом экологических и экономических характеристик необходимо принять решение о рекультивационных мероприятиях на территориях, представляющих прямую или косвенную опасность. При этом нужно принять во внимание, что единственным путем, снижающим общую активность радионуклидов является их распад. В связи с этим, любые перемещения почвогрунтов должны быть экономически или экологически обоснованными, так как при этом задача по уменьшению общей активности радиоактивных изотопов решается, производится лишь перенос радиоактивных веществ на полигон по их захоронению, или в нижележащие горизонты почвы.

В тех случаях, когда территории не представляют прямой опасности или не имеют ценности для проведения хозяйственной деятельности, целесообразнее их ограничить, обеспечив табличками радиационной опасности и текстовыми таблицами, объясняющими опасность пребывания на данной территории. Кроме того, нужно провести разъяснительную работу с местным населением как в средствах массовой информации, так и непосредственно в населенных пунктах, находящихся в непосредственной близости к участкам, представляющим радиационную опасность.

С учетом характеристик наиболее опасных радионуклидов (цезий-137 и стронций-90) на отдельных участках радиационная опасность для человека и животных, а также негативное влияние на качество сельскохозяйственной продукции может сохраняться десятки и сотни лет, в зависимости от уровня активности радиоактивных изотопов и их доступности для живых организмов. В связи с этим, проведение подобной работы является необходимым условием безопасного проживания в регионе непосредственно прилегающем к территории бывшего Семипалатинского ядерного полигона.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Предотвращение и снижение загрязнений окружающей среды в растениеводстве. Ч. 2. - Алматы, 1996. - С. 42.
2. Уровни радиоактивного загрязнения окружающей среды и некоторые аспекты современной радиоэкологии //Атомная техника за рубежом. - 1992. - №11.- С. 20-24.

3. Трофименко А.П. Информационный анализ состояния работ в мире по обращению с радиоактивными отходами. //Атомная техника за рубежом. -1991 №1. -С. 3-6.

4. Леонтьев Н.Н. Анализ состояния окружающей среды и природоохранной деятельности в Павлодарской области. Влияние экологической ситуации в регионе на здоровье и социально-экономическое положение женщин. Павлодар, 2004. - С. 9- 18.

№4, 2005

УДК 504.064.4

СВАЛКА: РЕШЕНИЯ

К.У. Базарбеков, А.Л. Бондаренко, А.А. Калиева

Павлодарский государственный университет

им. С. Тоайгырба

РА Гараев. И.С, Пзнаенко

'О «Фотон-Пв,

*Чйъыба оисц/Ка»-иптік жәнсіпурмые -тык қи:к)ышпар.ии Отсипыеты
пі*ол-м,(маіУЦсЩи еіш{Яіі:іабы Блы теіувдііт мүлкін жалһары оері.'vdi*

*И ічнаты >хн '< матривиотси іірЫ>:емы и ірі>д:іа,;аютгя возможные
н үти ретишия н/л-ій. г.м. свхышійх <. промышленными и бытовыми отхода мы*

flu: ui'livlt' touches ufMVi the problems and suggest. mssible ways of
solving IIn: problems, ei'tuiertcJ with the industrial and house wastes*

Свалка слала не только символом жизни постиндустриального общества, но и одним из основных компонентов среды обитания. Трудно найти населенный т д а . где эта проблема не была бы представлена открыто и доступно. **Дескс** в нашем областном центре. традиционно считающемся чистым городом, практически в центральной части можно обнаружить картины, подобные представленной на фотографии (рисунок 1).



Рисунок | Свалка в тени деревьев

Нам много известно о бытовых отходах и отходах производства. В статье 3.3.4, ПРОМЫШЛЕННЫЕ И БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ указа президента РК от 03.12.2003 N 1241 "О КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАНА 2004-2015 ГОДЫ" /1/ отмечается, что в республике отсутствует государственная система управления отходами, включающая мониторинг, хранение, переработку и утилизацию промышленных и бытовых отходов.

На территории Казахстана накоплено более 20 млрд. тонн отходов производства и потребления, в том числе 6,7 млрд. тонн токсичных, при этом наблюдается тенденция их увеличения.

Основная масса твердых бытовых отходов без разделения на компоненты вывозится и складывается на открытых свалках, 97 % которых не соответствуют требованиям природоохранного и санитарного законодательства Республики Казахстан. Их размещение и обустройство осуществлены без проектов и оценки воздействия на окружающую среду. Только около 5 % твердых бытовых отходов в республике подвергается утилизации или сжиганию.

Для решения проблем, связанных с промышленными и бытовыми отходами, необходима разработка отраслевых и региональных программ по совершенствованию управления промышленными и бытовыми отходами. В рамках этих программ должны быть предусмотрены разработка системы управления твердыми отходами, реформирование структур управления отходами, разработка и внедрение нормативных документов, направленных на сокращение накопления отходов, организация системы учета и контроля за управлением отходами, разработка модельной программы по переработке и вторичному использованию отходов, проведение научных исследований по внедрению более чистого производства, предоставление информационной поддержки хозяйствующим субъектам, осуществляющим деятельность по переработке отходов, организация обучения специалистов прогрессивным системам управления отходами, районирование территории республики по условиям захоронения отходов и сбросов промышленных и других сточных вод в недрах.

В основных принципах обеспечения экологической безопасности отмечается, что экологически безопасное развитие государства базируется на:

- эcosystemном подходе к регулированию всех общественных отношений для устойчивого развития государства путем внедрения научно обоснованного комплекса ограничений, нормативов и правил ведения хозяйственной и иной деятельности, определяющих экологически допустимые пределы использования природных ресурсов и обеспечивающих сбалансированное управление качеством окружающей среды;

- обязательностью компенсации нанесенного ущерба окружающей среде и здоровью человека (платят природопользователи и загрязнители);

- обязательностью оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду с последующими экологической и санитарно-эпидемиологической экспертизами

В настоящее время свалки занимают значительные территории, причем соотношение цементов свалки с длительным сроком разложения, или практически не разлагаемых, постоянно растет.

Однако, несмотря на понимание проблемы на государственном уровне, решение ее далеко от начального периода. Нами предлагается на первом этапе отработать методики организации сельских свалок, предотвращающую их стихийное разрастание. Свести к минимуму негативное воздействие бытовых отходов на окружающую среду. Предотвратить использование территорий за пределами организованной свалки для сброса мусора. Улучшить санитарно-гигиеническую обстановку. Села станут чище, что обеспечит более приемлемые санитарно-гигиенические условия жизни населения. Кроме того, - это позволит снизить уровень отторжения земель и степень их деградации. Актуальность постановки проблемы иллюстрируется двумя фотографиями, сделанными в сельской местности недалеко от г.Павлодар (рисунок 2-3).



Рисунок 2 Свалка рядом по жизни

Главная задача реализации этих целей состоит в комплексном использовании всех рычагов управления: и ресурсосбережения экологических, технических, экономических, нормативных, правовых и информационных, чтобы свести

к минимуму негативное антропогенное воздействие бытовых сельских отходов на окружающую среду.

Одним из основных показателей, определяющих эффективность системы обращения с твердыми отходами, является степень их утилизации. Разработанные процессы первичной сортировки ТБО, а также ручную или механизированного разделения на предприятиях по их переработке позволяют выделить такие ценные компоненты отходов, как, черный и цветной металл, пластмасса, стекло, и превратить основную массу ТБО в органическое удобрение, тепловую энергию, строительные материалы.



Рисунок 3 Свалка рядом и после жизни

Таким образом, уже на сегодняшнем уровне технологии утилизации имеется возможность практического использования более 70% ТБО. Проблема подготовки утильных фракций и превращения их во вторичное сырье не всегда решается просто и эффективно. Отходы черного и цветного металла после отделения от основной массы ТБО подготавливаются к отправке на соответствующие литейные производства.

Что же мешает решению данной проблемы? По-видимому, несколько важных составляющих. Крупный бизнес имеет более выгодные и менее хлопотные точки приложения. Власть далека от подобных проблем и решает их просто; -"с глаз долой, из сердца вон", а народ привык сосуществовать со свалкой по-приятельски

Как приступить к решению данного вопроса? Нами предлагается на примере одной из сельских свалок отработать комплекс мероприятий, направленных на снижение площади территорий, занятых под свалками и технологий, и направленных на комплексную переработку вторичных ресурсов с получением прибыли

Отходы стекла могут быть использованы для переработки в изделия из технического стекла, например, для строительства, где чистого стекла не имеет определяющего значения, или использоваться в качестве наполнителей

Основные трудности вторичного использования полимерных материалов обусловлены двумя факторами: загрязнением и несоответствием свойств вторичного полимера свойствам исходного сырья (гранул для переработки из расплава). Оценка стоимости переработки вторичной полимерной тары в те же изделия показывает, что этот процесс невыгоден - предматериал требуемой чистоты получается дороже исходного и потому неконкурентоспособен.

Анализ применения вторичной пластмассы ориентирует ее рынок прежде всего на не полимерные области, например на производство древесно-полимерных плит, бетона и т.п. Для этих целей не требуется столь высокой степени очистки и сортировки вторичных полимеров /2/. Однако и в этом случае процессы их сбора, подготовки и переработки должны осуществляться под строгим контролем. Основные этапы такой работы включают в себя:

- определение технических требований к вторполимеру для конкретного применения;
- разработка материала на основании заданных его характеристик;
- проверка качества изготовленного материала.

Первый этап особенно эффективен при работе с постоянными поставщиками ТБО, в частности с торговыми и промышленными предприятиями. Отходы розничной торговли представлены в основном упаковочной пленкой различной толщины. Отходы предприятий - некондиционной продукцией и собственно отходами, например, процессов гранулирования или литья.

Особое место среди полимерных отходов занимают бутылки для напитков из полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Объем их производства значителен. Для производства таких бутылок используют специальный пищевой полиэфир, не содержащий, в частности, альдегидов. Регенерированный ПЭТФ может быть использован для изготовления полиэфирного штапельного волокна-наполнителя утепленных изделий (курток, пальто и т.п.), для ковровых изделий, контейнеров, лотков и поддонов для непищевых продуктов, бамперов, решеток и дверных панелей автомобилей и т.п. В настоящее время основная трудность использования бутылок связана с их отбором и транспортировкой к месту переработки. Радикальным решением этого вопроса может быть создание заводов по механизированной переработке ТБО с отбором бутылок как одной из утильных фракций.

Несмотря на рост производства синтетических полимеров и изделий из них, природные полимеры, и в первую очередь целлюлоза, еще продолжительное время будут иметь преобладание в общем объеме производства полимерных материалов технического и бытового назначения. В настоящее время годовое производство только двух видов продукции - бумаги и волокна на основе целлюлозного сырья - в пять-шесть раз превышает объем выпуска синтетических

полимерных материалов. Это соотношение увеличивается еще больше при учете использования целлюлозных материалов в строительстве.

Следовательно, количество макулатуры в отходах будет увеличиваться, что подтверждают данные исследований за последние десять лет. Поскольку целлюлозный материал универсален, он широко применяется для изготовления полиграфической продукции, упаковки, тепло- и электроизоляции и т.п. Однако необходимо учитывать, что на характеристики отходов целлюлозного материала оказывают влияние фактор времени, соли тяжелых металлов, влага, загрязненность гидрофобизирующими пропитками и ряд других факторов.

Рост доли макулатуры в ТБО не привел к увеличению использования ее в промышленном секторе экономики. Объем макулатуры в производстве продукции за пять последних лет упал в 16,5 раза, однако уровень использования макулатуры по отношению к объемам ее образования снизился в целом с 22,6 до 3,3%.

Важным элементом мусора, особенно сельского, являются вещества органического происхождения, содержащие огромное количество доступных биоресурсов, которые возможно использовать с получением животного белка и качественных почвогрунтов.

Реализация утильного сырья из ТБО позволит не только сократить количество отходов на свалках, но и получить значительный доход. Конечно, незначительный объем сельских свалок не позволяет развернуть переработку утиля в больших масштабах, но позволит снизить затраты на их организацию. По-видимому необходимо применить и меры менее популярные, упоминаемые в Указе, цитированном выше; - за загрязнение нужно платить. Это позволит в некоторой степени снизить уровни поставки отходов и частично компенсировать расходы на содержание полигонов бытовых отходов.

Для выполнения поставленной цели необходимо провести следующие мероприятия:

- Организационные;
- Экологические;
- Нормативные;
- Природоохранные;
- Технологические.

В результате проведенной работы, существующая свалка будет приведена в состояние, соответствующее санитарно-гигиеническим требованиям. Будут приняты меры, обеспечивающие использование для мусора только выделенной территории полигона. Будут разрабатываться мероприятия по предварительной фасовке мусора и возможности использования вторичных ресурсов. С этой целью нами разрабатываются технологии по комплексному использованию полимерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ президента РК от 03.12.2003 N 1241 "О КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАНА 2004-2015 ГОДЫ"
2. Базарбеков К.У., Бондаренко А.П., Калиева А.А., Валивач М.Н. Комплексная утилизация полимерных отходов. // 9 Международная научно-практическая конференция "Промышленные и бытовые отходы: проблемы хранения, захоронения, утилизации, контроля". - Пенза, 2005,- С. 14-16.

| УДК 631 81

**- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПРИГОТОВЛЕНИЯ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО
1 БИОУДОБРЕНИЯ Ш ЕГО РОЛЬ В
I СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ
ПРОИЗВОДСТВЕ**

II А.П. Бондаренко, А.А. Калиева
*Павлодарский государственный университет
им.С.Торайзырова*

Ц Н.Н.Бондаренко, Р.А.Гараев, Р.А.Гараев, И.С. Панасенко
*ТОО «Фотон-ПВ»
А.А. Ведерникова
НИИ Биологии и Биофизики, г. Томск*

Аталган мақалада өсімдікті қажетті фосфор түрлерімен қамтамасыз ететін биологиялық тыңайтқыштың биомассасын арттыру технологиясы қарастырылады.

В данной статье рассмотрена технология наращивания биомассы биологического удобрения, способного обеспечить растения доступными формами фосфора.

The given article touches upon the increase of the biological fertilizers biomass technology, capable to supply the plant with the available forms of phosphorus.

Почвенные микроорганизмы играют важнейшую роль в поддержания естественного плодородия. Одни из них разлагают внесенную в почву органику; способствуют образованию гумуса, делают доступными для растений питательные вещества, другие связывают атмосферный азот, синтезируют органические соединения, следующие переводят эти соединения в формы доступные растениям. Также они переводят фосфор в растворимое состояние, участвуют в разложении минералов, и в первую очередь практически неисчерпаемые глинистые минералы, обеспечивая растениям все необходимые химические элемен

№4, 2005 г.

ты. Более того, некоторые растения неспособны нормально развиваться без определенной микрофлоры. Жизнедеятельность микроорганизмов в почве способствует улучшению ее физических, и химических характеристик [1-3].

Срок жизни почвенных микроорганизмов может быть очень короток - от дней до нескольких часов. Если есть питание, тепло и влажность, они быстро размножаются и также быстро отмирают при неблагоприятных условиях. Но их биомасса и продукты жизнедеятельности составляют необходимый для растений набор веществ, в который входят не только простые соединения необходимые для растений, но и аминокислоты, витамины, ауксины, антибиотики и многие другие питательные вещества и стимуляторы роста растений.

В данной статье рассмотрена технология наращивания биомассы биологического удобрения, способного обеспечить растения доступными формами фосфора, на основе чистой культуры фосфорных бактерий *Bacillus megaterium sub. phosphaticum*. Действие препарата основано на способности этих бактерий усваивать малоподвижные формы фосфора и делать их доступными для растений [4].

Микробиологический препарат можно применять при выращивании любых сельскохозяйственных культур как отдельно, так и в сочетании с другими микробиологическими удобрениями. Применение фосфобактерина улучшает фосфорное и азотное питание растений и увеличивает урожайность за счет более полного использования биогеохимического потенциала почв. Положительный эффект от применения бактериального удобрения связан не только с доставкой усвояемых фосфатов к растениям, но и действием биологически активных веществ (тиамина, биогина, никотиновой и пантогеновой кислот, витамина В₁₂ и др.), вырабатываемых в процессе жизнедеятельности.

Технологический процесс выращивания посевного материала на а в и з о - ванной среде приведен ниже.

Выращивание посевного материала производят в пробирках, пересевом чистых культур - в ламинарном боксе, методом «зигзага». Для выращивания посевной культуры *Bacillus megaterium* в пробирках используют питательную среду следующего состава:

- натрий хлористый- 5 г;
- пептон- 5-10 г;
- мясной экстракт- 3г;
- марганец сернокислый- 10 мг;
- агар- 15г;
- вода водопроводная- до 1000 мл.

Для приготовления питательной среды все соли растворяют в небольшом количестве воды, перемешивая на магнитной мешалке, добавляют пептон и

мясной экстракт. Затем раствор доводят до заданного объема водопроводной водой и подтитровывают 40% раствором едкого натра или 10% раствором соляной кислоты до значения рН 6,0- 6,2, чтобы после стерилизации величина рН была равной 6,5 - 7,5. После доведения рН в среду добавляют агар и расплавляют его на водяной бане. Агаризованную среду разливают в пробирки и стерилизуют в автоклаве 40 минут при 0,5 атм.

Чистоту культур проверяют микроскопированием с фазово- контрастным устройством и высевом на три параллельных косяка с мясо- пептонным агаром (МПА) и в три пробирки с мясо - пептонным бульоном (МПБ) с целью идентификации посторонней микрофлоры. Выращивание проводят в течение 48 часов при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$.

В случае, если пробы с одного косяка окажутся загрязненными посторонними бактериями, данную пробирку бракуют и проверяют таким же образом вторую, а затем, в случае необходимости, и другие пробирки.

Одну пробирку культуры, проверенную на чистоту, пересевают на 8-12 пробирок с агаризованной средой методом «зигзага». Засеянные пробирки выдерживают в течение 3-4 суток в термостате при температуре $31 \pm 1^\circ\text{C}$. Чистоту культур, полученных рассевом, проверяют на стерильность вышеуказанным способом.

Выращенный и проверенный на стерильность посевной материал хранят в холодильнике при температуре $5 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение полутора месяцев.

На следующем этапе производится выращивание посевного материала в жидкой среде (I генерация). Для получения посевной культуры колбу с жидкой питательной средой засевают смывом с агара колонии *Bacillus megaterium* «sub. phosphaticum» рН помощи пипеток с отбитыми концами (3 мл среды). Для этого культуру микроорганизмов с одного косяка следует использовать для засева только одной колбы с питательной средой. Посев в колбы производят в ламинарном шкафу.

Выращивание посевного материала в колбах ведется в шейкере при режиме 220-240 оЯмин, температуре $31 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 24 часов. Поверх ватных пробок одевают марлевые «косыночки». Процесс ведется в темноте.

Выросшую посевную культуру контролируют на отсутствие посторонней микрофлоры и морфологическое состояние клеток микроскопированием с фазово- контрастным устройством и с окрашиванием метиленовой синью при увеличении 15x100. Для выявления посторонней микрофлоры суспензию бактерий из колбы высевают на мясо - пептонный агар и мясо - пептонный бульон в несколько параллельных пробирок.

II генерация - выращивание посевной культуры в жидкой среде - следующий этап технологического процесса, в котором посевной материал I генерации используют для засева колб с жидкой средой прошедшей обработку в автоклаве,

из расчета 10 мл посевного материала на 100 мл среды. Используется среда, приведенная в описании первой генерации, но без агара.

Выращивание проводят в колбах с ватными пробками, поверх - марлевые «косыночки». Колбы закрепляют на шейкере. Процесс перемешивания осуществляют в течение 48-50 часов при температуре $31 \pm 1^\circ\text{C}$ при отсутствии воздействия света.

Выросшую культуру *Bacillus megaterium* «sub. phosphaticum» контролируют на загрязненность посторонней микрофлорой, морфологическое состояние клеток и подсчитывают их количество в 1 мл среды.

Методы контроля, применяемые при выращивании фосфорных микробиологических удобрений:

Контроль посевного материала под микроскопом.

Контроль производится с помощью светового микроскопа с фазово-контрастным устройством в при увеличении 15×100 с использованием иммерсионного масла. В жидкой 2-х суточной культуре *Bacillus megaterium* «subsp. phosphaticum» бактерии должны находиться в стадии образования спор. При микроскопировании с помощью масла данный штамм *Bacillus megaterium* после культивирования в течение 2-3-х суток на МПБ должен выглядеть преимущественно в виде круглых спор, возможно присутствие палочковидных клеток.

Проверка жидкой питательной среды после стерилизации на стерильность. Из каждой партии берут по 3-4 колбы с готовой автоклавированной средой, помещают в термостат при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$ и инкубируют 48-50 часов. Затем высевают на среду на косяки с мясо - пептонным агаром и одновременно - в пробирки с мясо - пептонным бульоном. В случае появления в среде посторонней микрофлоры всю партию среды следует ликвидировать.

Для определения титра клеток готовят несколько разведений культуры *Bacillus megaterium* «subsp. phosphaticum» из жидкого препарата.

Разведение 1:10.

10 мл жидкого препарата помещают в стеклянные мерные флаконы или колбы вместимостью 200-250 мл с 90 мл стерильной воды. Содержимое взбалтывают в течение трех минут и оставляют стоять в течение одного часа.

Разведение 1:100.

Из приготовленной бактериальной суспензии стерильной пипеткой отбирают 1 мл и вносят в колбу или флакон, содержащую 90 мл стерильной воды, затем хорошо перемешивают.

Затем готовят последующие десятикратные разведения препарата, используя для каждого разведения отдельные стерильные пипетки и колбы, со стерильной водой до разведения $1:10^8$ - $1:10^9$.

Из каждого разведения $1:10^8$ - $1:10^9$ засевают по три чашки Петри: берут 1 мл суспензии стерильной пипеткой из каждого разведения и помещают в центр стерильной чашки Петри. Затем в чашки заливают по 10 мл расплавленной и охлажденной до 40°C питательной среды и закрывают их крышкой. После застывания чашки переворачивают вверх дном и помещают в термостат при температуре $+31\pm 1^\circ\text{C}$.

Подсчет выросших колоний проводят визуально через 3-4 суток.

На мясо- пептонном агаре колонии *Bacillus megaterium* «subsp. phosphaticum» мелкие, с ровными краями, круглые, выпуклые, матовые, гладкие, без слизи, непрозрачные, желтовато-белые. Титр (число жизнеспособных бактериальных клеток) в миллиардах на 1 мл препарата вычисляют по формуле:

$$A = \frac{p}{x} \cdot 10^*$$

где p - среднее арифметическое числа колоний в трех чашках Петри

x - число десятикратных разведений .

За окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое трех параллельных определений. За конечный титр принимается среднее арифметическое подсчетов трех биологических повторностей (три опыта по три чашки Петри в каждом).

Готовый жидкий препарат сливают в стерильную емкость для смешивания готового препарата. Из этой емкости с помощью стерильного цилиндра и воронки разливают препарат в стерильные флаконы из темного стекла и закрывают стерильными крышками с резиновыми или пластмассовыми прокладками.

Сушка препарата. Выращенную культуру *Bacillus megaterium* сушат в распылительной сушилке при $65 - 75^\circ\text{C}$. Биомассу с остаточной влажностью 2- 3% смешивают с каолином. В 1 г препарата содержание жизнеспособных клеток должно быть не менее 8 млрд. Сухой препарат фосфобактерина стабилен. При хранении в течение года потеря жизнеспособности бактерий составляет не более 20%.

Апробация готового удобрения показала высокую эффективность бактериального препарата в обеспечении растений фосфором. Данное удобрение может применяться как отдельно, так и в комплексе с другими микроорганизмами, обеспечивающими растения азотом, калием, кремнием, железом и другими необходимыми элементами минерального питания. Применение микроорганизмов способствует повышению урожайности, улучшает качество почвы и обеспечивает оптимизацию использования биогеохимического потенциала почвы.

Вопросом, требующим отдельного изучения является экономичность и экологичность микробиологического удобрения в сравнении с внесением минерального фосфорного удобрения. Известно [5], что при внесении в почву фосфорных удобрений, вместе с ними вносятся мышьяк и радиоактивные вещества, натапливающиеся в почве и изменяющие ее агрономические свойства. С этой точки

№4, 2005 г.

зрения очевидно преимущество биологического способа повышения плодородия почвы с использованием штаммов автохтонных организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Звягинцева Д.Г. Почва и микроорганизмы,- М.: МГУ, 1987. - С. 256.
2. Почвоведение. - М.: Колос, 1975. - С. 496.
3. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. - М.: Колос, 1983. - С. 296.
4. Бабьсва И.П., Зенова Г.М. Биология почв. - М.: МГУ, 1989. - С. 336.
5. ХайнишЭ.идр. Агрохимикаш в окружающей среде.-М.: Колос, 1979.-С. 357.

И УДК 621.311.22: 66.088

• ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И И ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАЗМЫ И В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

А. Жедоуова, Г. Мурсалова, В.В. Васильев

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

•§||§ *Мақалада жыуіэнергетикада плазманы қолданудың технологиясы III! мен перспективті әдістері талданады.*

Hi *В статье проанализированы наиболее перспективные методы и III технологии использования плазмы в теплоэнергетике.*

||pЦ *The article suggests the analysis of the most prospective methods and ||| technologies of the plasma use in the heat-and-power engineering.*

В структуре энергоресурсов преобладают органические (ископаемые) топлива: в сумме около 80% (нефть 35% и природный газ 21%). Соотношение между ними с течением времени менялось. 75 лет назад основным энергоресурсом был уголь (58.5%), доля нефти быстро росла до середины 70-х годов, доля газа растет до сих пор. Существенно уменьшилась доля "возобновляемых" топлив и отходов, которые остаются основным, если не единственным энергоресурсом во многих бедных странах. Их потребление растет по абсолютной величине, а структура и методы использования, особенно в развитых странах, изменяются (современная биомасса, сжигание твердых отходов).

Данные о мировом потреблении энергоресурсов, характеризующие динамику его изменения с 1930г., и прогнозы Международного энергетического агентства (IEA российская аббревиатура МЭА) на 2010 и 2030 гг. приведены на графике 1. Значения в ней даны в миллионах тонн нефтяного эквивалента (10000 ккал/кг). Потери при международном морском транспорте энергоресурсов и торговле электроэнергией исключены, к прочим отнесены геотермальные, солнечные, ветровые и другие подобные энергоисточники.

Около 65% электроэнергии вырабатывается из органического топлива: угля (39%), газа (18%), продуктов нефтепереработки (меньше 8%).

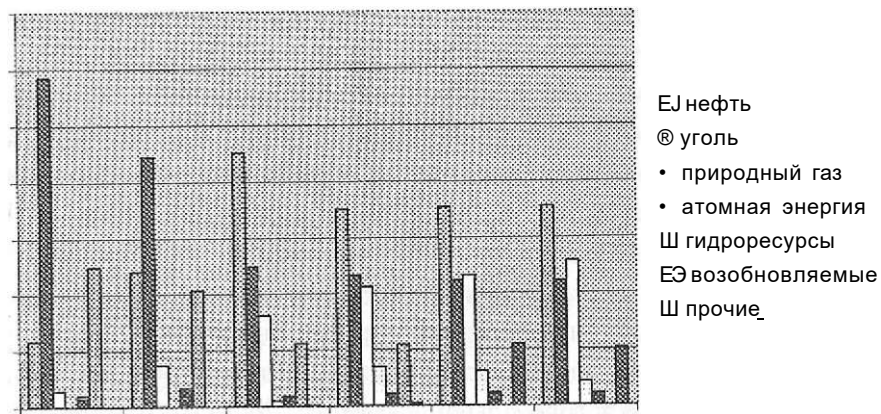


График 1. Мировое потребление энергоресурсов

Во второй половине прошедшего века существенно повысилась эффективность использования всех видов энергии, расширилась электрификация не только количественно, но и качественно с проникновением в новые сферы производства и услуг.

С развитием электроники началось использование энергии для облегчения и замены не только физического, но и умственного труда.

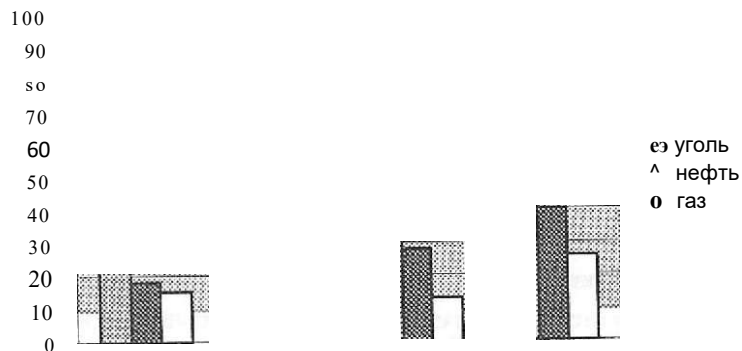


График 2. Потребление энергоресурсов в Казахстане (1990,1995,2000,2010 гг.)

Только в странах СНГ (России, Украины, Казахстана и др.) на пылеугольных ТЭС ежегодно расходуется более 21 млн.тонн топочного мазута, мировая цена которого составляет 100-150 долларов за тонну. Плазменно-энергетические технологии без мазутного воспламенения и газификации углей позволяют сократить до минимума расход мазута на ТЭС и устранить указанные недостатки.

В теплоэнергетике можно выделить следующие перспективные методы и технологии, методы прямого преобразования тепла в электричество (магнитогидродинамические генераторы, термоэмиссионные и термоэлектрические генераторы); технологии, применяющие низкотемпературную плазму для подготовки топлива, для его воспламенения при растопке и повышения эффективности сжигания низкосортных топлив в парогенераторах; технологии очистки дымовых газов от вредных выбросов в окружающую среду. Именно внедрение плазменных технологий может обеспечить эффективное сжигание таких низкосортных топлив, как каменные и бурые угли, антроцитовый штыб, водно-мазутные эмульсии, древесные отходы и горючий бытовой мусор и при этом гарантировать чистоту окружающей среды.

В настоящее время термоэмиссионные и термоэлектрические генераторы активно используются в специальной энергетике. Магнитогидродинамические генераторы (МГДГ), совмещающие в себе камеру сгорания и электрогенератор, наряду с газотурбинными установками могли бы применяться в качестве высокотемпературной надстройки на тепловых электростанциях, существенно повышая термодинамический КПД цикла. Однако, их широкое распространение сдерживается по ряду причин, в частности, из-за отсутствия: температурных материалов для каналов МГДГ, в которых рабочим телом является низкотемпературная плазма; высокотемпературных сверхпроводников для получения сильных магнитных полей, обеспечивающих эффективность преобразования тепловой энергии в электрическую; эффективных способов ввода и вывода легкоионизирующейся присадки, обеспечивающей электропроводность продуктов сгорания.

Технологии использования низкотемпературной плазмы для интенсификации процессов горения в энергетических аппаратах (парогенераторах) можно разделить на три типа: подготовка углей для сжигания; безмазутная растопка паровых котлов и стабилизация процессов горения пылеугольной смеси и обеспечения эффективного удаления шлаков. Низкотемпературная плазма, предназначенная для использования при различных технологических процессах в теплоэнергетике как уже реализуемых, так и возможных для реализации в будущем, создается в специальных генераторах плазмы (плазматронах) и электрических разрядах. В настоящее время освоено производство плазматронов постоянного и переменного токов и СВЧ-плазматронов единичной мощностью от 10... 100 кВт (существуют технические возможности для создания генераторов плазмы мощностью до 1МВт).

Особо следует выделить две проблемы, также касающиеся теплоэнергетики: интенсификация процессов тепломассообмена (включая процесс горения) с помощью электромагнитных полей; использование электроразрядных методов генерации акустических колебаний для очистки поверхностей нагрева и удаления оглождений и шлаков.

Безмазутная растопка паровых котлов

Топливо эффективнее использовать либо путем предварительной газификации топлива в специальных плазмохимических реакторах и в плазменных горелках. Наличие электрических разрядов способствует интенсификации процессов тепло-массообмена и увеличению эффективности сжигания топлива. Термохимическая обработка топлива с использованием плазменной технологии может производиться различными способами. При электрохимической обработке лишь в небольшой части аэровоздушной смеси образуются горючий газ и коксовый остаток, облегчающие воспламенение основной части топлива. В плазменно-аллоавтогермическом процессе, используя плазмотроны и активируя лишь 1... 5 %-ную часть угля, можно организовать ступенчатое воспламенение остальной аэросмеси. При плазменно-паровой аллоготермической газификации углей топливо превращается в высококалорийный синтез-газ, состоящий из CO и H₂, и свободные от оксидов азота и серы. С использованием плазмохимических реакторов осуществляется полная газификация угля, в результате которой выделяется синтез-газ и из минеральной массы, извлекаются ценные конденсированные продукты переработки угля.

В настоящее время разработанными являются плазменные технологии, направленные на безмазутную растопку паровых котлов и стабилизацию процесса горения в топочной камере. Дело в том, что использование мазута при горении углей приводит не только к удорожанию производства электроэнергии из-за неполноты их сгорания, (неполнота сгорания возрастает до 15%) и увеличению скорости высокотемпературной коррозии поверхностей нагрева котлоагрегата. Но и к ухудшению экологических показателей работы электростанций, вызванного возрастанием содержания в дымовых газах оксидов азота (на 40..50%) и серы.

Физико-химические основы воздействия низкотемпературной плазмы на горение органических углеводородных топлив состоят в том, что в плазменных областях из-за высокой температуры генерируются электроны, ионы, возбужденные атомы и фотоны. Кроме того, при сгорании в присутствии электрических полей угольной пыли образуются твердые заряженные частицы. Их наличие в газовой фазе характерно для пылевой плазмы и может изменить многие характеристики процесса горения. Генерация электронов, положительных и отрицательных ионов, возбужденных атомов и фотонов приводит к интенсификации диссоциации молекул, возникновению химически активных радикалов и улучшению процесса горения.

Аэрохимический аспект влияния плазмы на горение проявляется при взаимодействии плазменной струи с пылеугольным потоком. Воздействия низкотемпературной плазмы на горение органических углеводородных топлив могут осуществляться посредством введения плазменно-воздушной струи с температурой 3000.. 13000 К в пылеугольную горелку или в основание пылеугольного факела в

топочной камере парогенератора. Даже на расстоянии трех калибров от среза сопла плазмотрона на оси струи рабочего тела температура достигает 10000 К., при смешивании пылеугольного потока с плазменной струей происходит интенсивный нагрев твердых частичек со скоростью $10^3 \dots 10^4$ град/с и последующее их разрушение, вызванное возникающими при этом термохимическими напряжениями. Частицы углей с первоначальным размером 250 мкм могут дробиться на части размером 5... 10 мкм. Воздействие плазмы на твердые частички угля приводит к сублимации атомов углерода, которые диффундируют в окружающую среду, обеспечивая тем самым более интенсивное их взаимодействие с окислителем и сдерживая режим гомогенного горения. Таким образом, высокие температуры плазменной струи способствуют эффективному воспламенению пылеугольного факела даже при относительно низкой средней температуре аэросмеси.

Уменьшение вредного воздействия энергетических объектов на окружающую среду при использовании плазмохимических процессов в технологиях очистки дымовых газов.

Ущерб, нанесенный растительности, животному миру, здоровью людей и сооружениями выбросами кислотных газов (SO_2 , NO_x) и золы от тепловых электростанций, заставили общество и его властные институты по-иному взглянуть на проблемы энергетики, выработать и реализовывать новые требования к выбросам и стокам ТЭС, необходимые для выживания человечества и сохранения среды его обитания. Это было сделано с помощью очистных устройств и изменений основных производств электроэнергии из органических топлив. Кроме локальных и региональных проблем, в последние годы большую обеспокоенность вызывает глобальное потепление, которое может возникнуть из-за увеличения концентрации CO_2 в атмосфере. Данные МЭА о выбросах CO_2 и их изменение с 1973 до 2001 гг. приведены на графике 3.

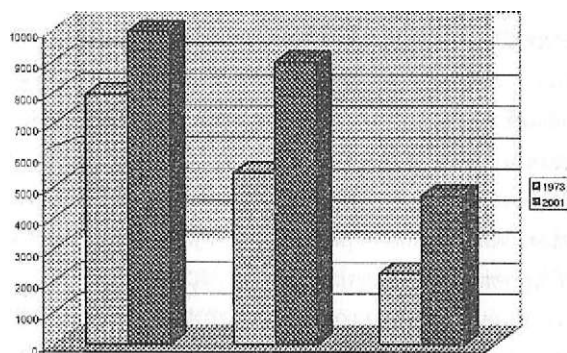


График 3. Эмиссия CO_2 , вызванная сжиганием различных видов топлива

№4, 2005 г.

Наряду с традиционными химико-механическими способами очистки дымовых газов в настоящее время в индустриально развитых странах мира продолжают поиски более экономичных методов удаления из дымовых газов промышленных предприятий, и в первую очередь тепловых электростанций, оксидов азота и серы, фенолов и других экологически вредных продуктов. Существенный прогресс в этом направлении может быть достигнут при использовании газоразрядных методов очистки дымовых газов. Исследования, которые ведутся в основном на лабораторных и опытно-промышленных установках, связаны с применением стримерной короны импульсного высоковольтного разряда, электронных пучков, неравновесной плазмы тлеющего разряда высокого давления, в котором температура электронов существенно превышает температуру тяжелых частиц (ионов и атомов).

Суть этих методов заключается в интенсивной генерации экологически безопасных и эффективных окислителей химически свободных радикалов. Для успешного применения названных методов необходимо обеспечить ввод энергии на уровне $0,5 \dots 1$ эВ на молекулу удаляемого оксида. Под воздействием этих продуктов разряда и при добавлении в дымовые газы аммиака оксиды азота и серы превращаются в аэрозольные частицы из нитратов и сульфатов аммония. Химические реакции, обеспечивающие эту очистку, могут проходить в газовой, жидкой, гетерогенной или термической фазах. В настоящее время предложено несколько схем очистки дымовых газов с использованием плазмы. Все они включают в себя: традиционный электрофильтр для улавливания твердых частичек из отходящих дымовых газов, электроразрядное устройство для разрушения оксидов и мокрый скруббер.

Эффективность очистки существенно зависит от типа и структуры разряда. Оценочно, капитальные затраты для очистки отходящих газов от NO_x и SO_x посредством радиационных технологий могут составлять $120(N/100)^{1.5}$ дол/МВт, где N -установленная мощность энергоблока, МВт. Дальнейшее совершенствование уже используемых электроразрядных технологий может привести к некоторому уменьшению капитальных затрат, однако увеличение степени очистки и требование к удалению химических элементов, отличных от NO_x и SO_x , может существенно повысить эти затраты. Дальнейший прогресс в этом направлении связан с поиском новых технологий очистки, позволяющих обеспечить расходы электроэнергии на очистку от выбросов газообразных продуктов на уровне существующих расходов на электрофильтры.

Один из новых методов очистки дымовых газов на ТЭС-принципиально отличный от широко известных - основан на использовании электрических разрядов, возникающих в сильных электрических полях возле разряженных капель воды. Этот метод позволяет совместить в себе электрофильтр с повышенной влажностью и мокрый скруббер. Он предназначен для очистки CO_g и NO_x на

ТЭЦ. Проведенные работы дали возможность создать модель физических процессов происходящих в комбинированной системе мокрый электрофильтр - сруббер, разработать компьютерные коды для моделирования явлений в таких системах и предложить инженерные решения по реализации данной технологии. Предложенная технология базируется на уже существующих на электростанциях процессах и доступна для эксплуатации традиционным техническим персоналом электростанции.

Таким образом, в результате проведенного анализа перспектив применения электроразрядных и плазменных технологий в теплоэнергетике было доказано, что: низкотемпературная плазма, создаваемая с помощью плазмотрона постоянного или переменного токов и СВЧ - плазмотронов, может эффективно использоваться для интенсификации процессов горения твердых топлив и водомазутных эмульсий в парогенераторах, а также для снижения вредных выбросов в окружающую среду; наличие электромагнитных полей позволит интенсифицировать тепломассообмен и управлять процессом горения; имеющийся научный, инженерный и технологический опыт, накопленный в соседних дисциплинах, поможет обеспечить быстрый технический прогресс как в стационарном, так и в транспортной теплоэнергетике.

И УДК 665.622.4

II ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА I АЛКАЛОИДОВ

С.Ж. Кенбеилова, С.Ю.Ковтарева

*Павлодарский государственный университет**им. С.Торайгырова*

|| *Мақалада алкалоидтердің кейбір термохимиялық және*
III *термодинамикалық қасиеттері зерттелінген.*

III! *В статье исследованы некоторые термохимические и*
!!!III *термодинамические свойства алкалоидов.*

Щ *The article suggests the research of some thermo-chemistry and thermo-*
1:11 *dynamic characteristics of alkaloids.*

Органические соединения различных классов, присутствующие в живых организмах и объединяемые общим названием алкалоиды, широко распространены в природе. Человечество использует алкалоиды уже более 2000 лет, хотя их биосинтез не ясен. Общим для всех алкалоидов свойством является то, что они представляют собой физиологически чрезвычайно активные вещества, оказывающие сильное действие на животный организм: многие из них являются ядами. Большинство алкалоидов действует **НА** нервную систему. В малых дозах - угнетающее. Так, например, кокаин, широко употребляемый в медицине в качестве местного обезболивающего средства, действует на чувствительные окончания периферической нервной системы.

Природная флора Казахстана обладает промышленными ресурсами алкалоидоносных растений. Достаточно упомянуть, растения таких родов, как Anadasis, Berberis, Aconitura. Peganum, Thalictrurn. Delphinium, Ephedra. Thermopsis, Datura. Goebelia и др. Среди растений указанных родов наиболее перспективны в качестве возобновляемого источника алкалоидов (с целью последующей химической трансформации их молекул) следующие виды -Anadasis arphyllaL. (ежевник безлистный), Hyoscyamus niger L. (белена черная), Aconitum leucostomum Worosch. (борец белоустый), Aconitum soongoricum Stapf. (борец джунгарский), Peganum hannala L. (гармала обыкновенная) и др.

Алкалоиды, молекулы которых имеют один или несколько реакционных центров, таят в себе широкие синтетические возможности и поэтому с давних пор привлекают внимание специалистов в области органической химии. Так, обширные сведения по химической модификации и свойствам алкалоидов приведены в работах А.П. Орехова, Т.А. Генри, R.H. Manske, D.B. Cooper, С.Ю. Юнусова, А.С. Садыкова, А.А. Абдувахабова и др. Однако, несмотря на очевидный прогресс в данном направлении, химия производных алкалоидов во многих аспектах остается малоизученной областью.

По химическому строению алкалоиды делятся по группам. Среди них группа производных пиридина охватывает большое число алкалоидов различной сложности. Между ними встречаются как производные самого пиридина, так и гексагидропиридина (пиперидина). С другой стороны, известны и простые, моноциклические основания этого ряда и более сложные вещества, заключающие несколько конденсированных или неконденсированных колец.

Одним из пиридиновых алкалоидов является анабазин из *Anadasis aphylla* L., открыт А.П. Ореховым в 1929 г., обладаем значительными синтетическими возможностями ввиду **наличия** в его молекуле шшеридинового фрагмента со вторичной аминофункцией и пиридинового фрагмента с характерным для него ароматической делокализацией электронной плотности, которые в целом и определяют высокую реакционную способность его в процессах алкилирования, ацилирования, электрофильного замещения, комплексообразования.

Обзор работ по химии и биологическим свойствам указанного алкалоида приведен в монографии А.С. Садыкова. В работе впервые изучены фармакологические свойства анабазина. Установлено, что он действует как возбуждающее средство на органы дыхания и сердечную деятельность (угнетение с последующим возбуждением). При действии анабазина сначала снижается, затем повышается кровяное давление. Выявлено сходство в фармакологическом действии анабазина и его структурного изомера никотина.

Более полное фармакологическое исследование анабазина проведено С.В. Аничковым. Сравнив фармакологическое действие анабазина и никотина, он обнаружил, что сосудосуживающая активность анабазина в 1,25 - 1,5 раза, а гипертензивная в 2,5 раза ниже, чем таковые у никотина.

В литературе имеются сведения о термохимических свойствах никотина его производных. Приведено значение стандартной энтальпии образования, измерена энергия сгорания и вычислены энтальпии сгорания и образования аммониевой соли никотиновой кислоты.

Обнаружение у анабазина инсектицидных свойств способствовало тому, что сульфат анабазина на протяжении ряда лет использовался для борьбы с вредителями

сельскохозяйственных культур. Однако с получением новых высокоэффективных фосфорорганических инсектицидов он для указанных целей не используется.

В практической медицине применяется гидрохлорид анабазина в качестве эффективного средства для отвыкания от курения. Являясь изомером никотина он оказался наиболее сильным и близким к никотину по действию на центральные Н - холинорецепторы мозга. Однако гидрохлорид анабазина, связываясь с Н — холинорецепторами, не вызывает никотиновой эйфории, и это свойство обусловило его клиническое применение.

В настоящее время интерес исследователей вызывает довольно обширная группа азотистых гетероциклов - дитерпеноидные алкалоиды. Источником их получения служат растения родов *Aconitum*, *Delphinium*, *Garrya*, *Spiriac*, *Inulae*, *Thalictrum* и некоторых других, произрастающих на всех континентах.

Усиленное внимание исследователей к дитерпеноидным алкалоидам вызвано рядом причин. Это и широкая популярность в народной медицине растений, из которых выделены эти соединения, особенно у народов Китая, Средней и Центральной Азии, Восточной Сибири и сопредельных территорий. Интерес обусловлен также известной сложностью их строения и вытекающей из этого своеобразной химией дитерпеноидных алкалоидов, а также высокой токсичностью отдельных представителей этого класса соединений. Так, летальная доза ЛД₅₀ принадлежащего к этой группе алкалоида аконитина составляет для человека всего 0,22 мг/кг. По этой причине акониты и живокости относятся к самым ядовитым, теплокровным растениям умеренных широт.

В малых дозах многие из дитерпеноидных алкалоидов обладают широким спектром фармакологических свойств. Среди веществ этого класса обнаружены соединения с выраженной спазмолитической и противовоспалительной, местноанестезирующей и нейрошрдитоксической активностью. Но наиболее широко известна и изучена их антиаритмическая активность. Ряд дитерпеноидных алкалоидов представляет интерес, как объект для поиска новых курареподобных лекарственных препаратов энтерактивного действия, т.к. будучи третичными аминами они всасываются в желудочно-кишечном тракте, воздействуя на периферические Н-холинорецепторы и свободно проникая через гематоэнцефалический барьер, оказывают действие на центральную нервную систему.

В Институте фитохимии МОИ РК в последние годы проводятся исследования по фотохимическому изучению видов *Aconitum* (борец), как источника промышленного получения антиаритмического препарата «Аллапинина», действующее начало которого составляет дитерпеноидный алкалоид лаппаконитин.

Алкалоид лаппаконитин, выделенный из растений рода *Aconitum*, с химической точки зрения представляет собой сложный эфир трехатомного аминоксипир-

та лаппаконина и N-ацетилантрацияовой кислоты и имеет в своем составе две «третичные» гидроксильные группы. Химическое строение и абсолютная конфигурация заместителей в этом алкалоиде были установлены ранее С.Ю. Юнусовым с сотрудниками и Бирнбаумом.

Модификация молекул алкалоидов дает широкую возможность получения соединений, спектр биологической активности которых значительно расширяется и видоизменяется по сравнению с исходным веществом. Таким образом, алкалоиды занимают особое место среди природных соединений, что обусловлено их структурным многообразием, высокой физиологической активностью и широтой возможностями получения на их основе биологически активных веществ,

Однако сведений по термохимическим и термодинамическим свойствам, имеющим определенный интерес для направленного синтеза этих важных как в теоретическом, так и в практическом плане соединений, кроме некоторых физико-химических характеристик алкалоида никотина и аммониевой соли никотиновой кислоты, в литературе не обнаружено.

Решение этих вопросов внесло бы существенный вклад в физическую органическую химию, химию природных соединений, химическую информатику, а также в материаловедение для направленного синтеза веществ с заданными физико-химическими свойствами.

!J УДК 665.622.4

**|| О ВЛИЯНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
Ж НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА
Ц ОБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ
НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

111 С.Ю. Ковтарева, С.Ж. Кенбеилова

111 Павлодарский государственный университет

§§§ им. С. Торайгырова

||§ Маңалада электромагниттік алаңның ықпалымен су мунаияық
рlll эмульсияның тұрақтылық жағдайының өзгертілуі қарастырылады.

lll! В статье рассматриваются условия изменения устойчивости
llf водонефтяных эмульсий под влиянием электромагнитных полей.

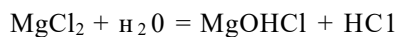
lll The article touches upon the changes of conditions of the water oil
emulsions stability under the influence of electro-magnetic fields.

Одной из важных технологических и экологических проблем нефтегазового промышленного комплекса Казахстана является разделение устойчивых нефтяных эмульсий, например, очистка нефти и нефтепродуктов от воды при добыче и нефтеподготовке.

Проблема повышения эффективности процессов подготовки нефти является важной. От глубины обезвоживания и обессоливания нефти зависит надёжность эксплуатации оборудования нефтеперерабатывающих заводов, тепловых печей, ректификационных колонн, реакторов и пр. От этого зависит срок службы и эффективность работы катализаторов.

Результаты многочисленных исследований минерального состава пластовых вод показывают, что основную долю растворённых веществ составляют хлориды натрия, магния и кальция, которые являются основным источником проблем, связанных с коррозией.

Водорастворимые и нерастворимые соли (хлориды) откладываются в трубах теплообменников и печей, что снижает коэффициент теплопередачи. Водорастворимые соли (NaCl, KCl) не гидролизуются, вызывают электрохимическую коррозию оборудования. CaCl₂ гидролизуются на 10 %, а MgCl₂ - на 90 %:



Образующаяся кислота HCl вызывает химическую коррозию оборудования.

Для уменьшения воздействия коррозии необходимо, чтобы вещества, вызывающие ее, были выведены из нефти или, по крайней мере, максимально возможно нейтрализованы, а металлические детали оборудования защищены от контакта с нефтью. Решение этой задачи в настоящее время обеспечивается комплексом химических методов, который включает глубокое обезвоживание и обессоливание сырой нефти, ее защелачивание.

Процесс обессоливания нефти, как и процесс обезвоживания, основан на разрушении водонефтяной эмульсии, ее деэмульгировании, при котором из поступающей эмульсионной нефти удаляется пластовая вода.

Нефть и вода взаимно плохо растворимы. Поэтому отделение основной массы воды от нефти простым отстаиванием не представляет большого труда, если при добыче не образовалась водно-нефтяная эмульсия. Но чаще всего такая эмульсия образуется. Перерабатывать обводнённую эмульгированную нефть нельзя. Даже если эмульсия не образовалась, то незначительное количество воды всё же остаётся в нефти в растворённом или во взвешанном состоянии.

Водонефтяные эмульсии являются весьма стойкими системами, и, как правило, под действием одной только силы тяжести не расслаиваются. Для их разрушения требуются определенные условия, способствующие столкновению и слиянию диспергированных в нефти капелек воды в более крупные, и выделению последних из нефтяной среды. Как сближение капелек воды, предшествующие их слиянию, так и выделение капель из эмульсии связано с их перемещением в нефтяной среде, обладающей определенной вязкостью и тормозящей это перемещение. Чем благоприятнее условия для передвижения капелек, тем легче разрушаются эмульсии.

Обезвоживание и обессоливание нефти на Павлодарском НПЗ осуществляется на установках ЭЛОУ.

Нефть смешивается с промывной водой и деэмульгатором, смесь разделяется в электродегидраторах, где водонефтяная эмульсия подогревается и подвергается воздействию переменного электрического поля высокой напряженности. Вода удаляется из нефти вместе с растворенными в ней солями. Одновременно нефть на ЭЛОУ многократно промывают водой в 2-3 ступени в последовательно соединенных электродегидраторах.

При выборе оптимальных параметров технологического режима обессоливания нефти следует учитывать влияние каждого из них на эффективность процесса. Основными технологическими параметрами процесса являются: температура, давление, расход деэмульгатора, расход промывной воды и степень её смешения с нефтью, напряжённость электрического поля в электродегидраторах.

№4, 2005 г.

В связи с этим интересно рассмотреть как изменяется устойчивость водо-нефтяных эмульсий под влиянием электромагнитных полей.

Способ обессоливания и обезвоживания нефтяных эмульсий в электрическом поле переменной частоты заключается в том, что водо-нефтяную эмульсию пропускают через электрическое переменное поле, создаваемое между электродами электродегидратора, частоту поля обычно выбирают либо высокой (до 1 000 кГц), либо промышленной (50 Гц, 60 Гц).

Обработка нефтяных эмульсий в электрических полях высокой частоты обеспечивает необходимой глубины обессоливания. Повышение частоты электрического поля приводит к значительному понижению эффекта электрической коалесценции водяных капель нефтяных эмульсий. Значительное повышение частоты электрического поля может практически привести к прекращению эффекта электрической коалесценции.

Обработка нефтяных эмульсий в электрических полях промышленной частоты (50 Гц, 60 Гц) более эффективна. Однако практика работы электрообессоливающих установок показывает, что обессоленная нефть содержит 15 - 25 мг/г солей и 0,1 - 0,05% воды, что не отвечает современным требованиям к глубине обессоливания и обезвоживания, то есть к качеству подготовки нефти к переработке.

Для повышения эффективности процесса по предлагаемому способу для обработки нефти рекомендуется использовать пульсирующее поле переменного направления с частотой изменения направления 5 - 25 Гц.

При деэмульсации нефтяных эмульсий в пульсирующем поле переменного направления частотой 5 - 25 Гц глобулы воды, в отличие от колебательного движения в электрическом поле синусоидального напряжения, совершают поступательно - колебательное движение, уменьшающее, как поверхностное напряжение на границе раздела фаз, так и деформацию их формы, что способствует увеличению вероятности агрегирования глобул воды в крупные капли и устранению диспергирования укрупнившихся капель воды и увеличивающее амплитуду их колебаний.

В ходе процесса происходит быстрое слияние глобул воды в крупные капли, способные преодолеть вязкость среды и действие электрического поля, причём скорость коалесценции по предлагаемому способу значительно выше, чем по известному, что позволяет сократить время отстоя эмульсии. Укрупнившиеся в ходе процесса капли воды непрерывно выпадают, образования токопроводящих цепочек не наблюдается.

Применение предполагаемого способа позволяет улучшить качество подготовки нефти, то есть снизить содержание остаточных солей и воды и увеличить производительность установок за счёт увеличения вероятности агрегирования глобул

воды в крупные капли дая эмульсии с различной концентрацией дисперсной фазы и устранения разрыва капель воды за счет перенапряжения при их деформации.

УДК 628.3.034.2

• ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

И.В. Мальков, А.В. Павловский

Павлодарский государственный университет

111 им. С. Торайгырова

Жұмыста өнеркәсіп қалдықтарымен, атап айтқанда, ауырметаллмен
' ; ағын судың ластану мәселесі және оның адам денсаулығына ықпалы
!!! қарастырылады.

|||g В работе рассматриваются проблемы загрязнения сточных вод
!|p промышленными отходами, а именно тяжелыми металлами, и влияние их
§|1| на здоровье людей.

I§§! The paper investigates the problems of sewage waters pollution by the
Ifll industrial wastes, namely heavy metals, and its impact on people's health.

На территории промышленных предприятий образуются сточные воды трех видов: бытовые, поверхностные и производственные.

Бытовые сточные воды предприятий образуются при его эксплуатации.

Поверхностные сточные воды образуются в результате смывания дождевой, талой и поливочной водой примесей, скапливающихся на территории, крышах и стенах производственных зданий. Основными примесями этих вод являются твердые частицы (песок, камень, стружки и опилки, пыль, сажа, остатки растений, деревьев и т. п.), нефтепродукты (масла, бензин и керосин), используемые в двигателях транспортных средств, а также органические и минеральные удобрения, используемые в заводских скверах и цветниках.

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических процессах. Их количество, состав и концентрацию примесей определяют типом предприятия, его мощностью, видами используемых технологических процессов. Для обеспечения промышленных предприятий ежегодно забирается из естественных источников водоснабжения сотни млрд. м³ воды, при этом 90% этого количества возвращается обратно в водоемы с различной степенью загрязнения.

Сточные воды, загрязненные промышленными и бытовыми отходами, очищают механическим, химическим, физико-химическим и биохимическим способами.

Механическая очистка, предназначенная для отделения нерастворимых веществ, осуществляется путем отстаивания, процеживания, фильтрования и центрифугирования сточных вод. Химическая и физико-химическая очистка применяется преимущественно для выделения из сточных коллоидных растворов и растворенных загрязнителей (тяжелые металлы). При химической очистке используют процессы коагулирования и нейтрализации, а физико-химическая очистка основана на процессах сорбции, флотации, электрохимического окисления. Биохимическая очистка применяется для сточных вод, уже очищенных от минеральных и нерастворенных органических веществ; в ней используется способность некоторых микроорганизмов потреблять и преобразовывать органические загрязнители, находящиеся в сточных водах в коллоидном или растворенном состоянии.

Наиболее опасны для водоемов загрязненные токсичные воды трудно или вообще не поддающиеся очистке предприятий химической и нефтехимической промышленности, несмотря на то, что объем их по сравнению с объемом сточных вод предприятий других видов промышленности невелик составляют около 3% от общего количества промышленных стоков. Сточные воды предприятий химической и нефтехимической промышленности характеризуются сложным и переменным составом, высокой токсичностью, преимущественным содержанием растворенных, а не взвешенных, загрязнений нередко определяют степень загрязнения водоемов и водостоков.

Особое место среди загрязнителей занимают тяжелые металлы, которые в воде не подвержены распаду, разложению, деградации. Они не исчезают из воды, а перераспределяются и накапливаются. На промышленных предприятиях требуется эффективные способы очистки сточных вод.

Основные неорганические (минеральные) загрязнители пресных и морских вод — соединения свинца, ртути, кадмия. В таблице приведены данные по антропогенному загрязнению Мирового океана некоторыми из этих веществ.

Вещество	Загрязнение, т/год	
	сток с суши	атмосферный перенос
Свинец	$(1-20) \cdot 10^4$	$(2-20) \cdot 10^5$
Ртуть	$(5-8) \cdot 10^3$	$(2-3) \cdot 10^3$
Кадмий	$(1-20) \cdot 10^3$	$(5-40) \cdot 10^2$

Отходы, содержащие минеральные загрязнения, в основном, локализируются около берегов, лишь некоторая их часть выносится далеко за пределы территориальных вод. Особенно опасно загрязнение вод ртутью, в воде ртуть сразу превращается в метил-ртуть, попадает в рыбу, а та в свою очередь попадает на кухню к

людям. Через такую пищу как рыба, ртуть через клеточную мембрану проникает в человеческий организм. Например, беременная женщина после употребления зараженной рыбы и морепродуктов, фактически начинает травить ртутью и свой организм, и организм еще не родившегося ребенка. Вследствие чего ребенок может родиться с церебральным параличом. В организме возникают глубокие нарушения функций центральной нервной системы, включая её высшие отделы. Употребление в пищу такой рыбы становится причиной болезни Минамата.

В начале пятидесятих годов прошлого столетия люди, которые жили в рыбацких деревушках вдоль залива Минамата, в Японии, стали умирать от неизвестного заболевания.

Люди погибали в ужасных мучениях, у больных размягчались кости и полностью расстраивалась нервная система, а после смерти на их лицах застывала гримаса, похожая на улыбку. Поэтому болезнь назвали улыбка Минамата. И лишь некоторое время спустя было установлено, что таинственный недуг не что иное, как тяжелое отравление ртутью.

Выявлено, что изменение генетической активности хромосомного аппарата зависит от физико-химических свойств металла, его концентрации в среде, продолжительности воздействия. Известно, что ионы свинца, кадмия и ртути влияют на дифференциальную активность генов.

Перечень наиболее значимых эштоксикантов возглавляют соединения свинца, кадмия и ртути, которые относятся к группе тяжелых металлов, токсичных во всех своих водно-щелочных, кислотнорастворимых соединениях. Токсичность вещества определяется прежде всего его физико-химическими свойствами, а также эффективностью гомеостатических механизмов регуляции обменных процессов.

Наряду с блокированием активных центров, отравление ионами тяжелых металлов приводит к осаждению комплекса металла с белком. Мягкие кислоты, ионы ртути и кадмия, а также частично ионы свинца, прочно связываясь с сернистыми группами, отнимают у организма серосодержащие белки. Например, свинец всасывается и транспортируется кровью в виде комплексов с белками эритроцитов свыше 90% свинца иногда заменяет кальций или образуя прочные связи с фосфором, фиксируется в костях а также во внутренних органах. Дефицит кальция, фосфора, железа, меди, магния приводит к увеличению всасывания в кровь свинца.

Металлопротеидный комплекс свинца в клетках печени содержит аспарагиновую кислоту и глютаминовую. В клетках эпителия почек обнаружен устойчивый свинцовобелковый комплекс, включающий ряд аминокислот глицин, аспарагин.

При кадмий интоксикации наблюдается снижение функционирования почек, печени, повышение артериального давления. Пары ртути поражают в основном нервную систему. Наличие кадмия в тканях вызывает симптомы, связанные с

дефицитом меди, цинка, железа. Хроническая интоксикация кадмием нарушает минерализацию костей и увеличивает концентрацию кальция в печени. Кадмий блокирует синтез метаболитов витамина D.

В общем виде взаимодействие токсичных ионов металлов с биологически активными молекулами связано со следующими процессами:

- заменой необходимых ионов, токсичными в функциональных группах ферментов.
- связыванием части макромолекул, необходимой для нормальной жизнедеятельности организма
- сшиванием молекул с образованием биологических агрегатов, вредных для организма
- деполимеризация биологически важных макромолекул,
- неправильным спариванием оснований нуклеотидов и ошибками в белковых синтезах.

В ответной реакции организма на действие токсичных веществ основное место занимают механизмы детоксикации. Многие металлы переходят в менее вредные формы следующими путями: образованием нерастворимых комплексов в желудочно-кишечном тракте, транспортом металла в ткани, где он может иммобилизован, превращен печенью и почками в менее токсичную форму и выведением ее из организма. Основная роль в этом случае принадлежит металлопротеинам, низкомолекулярным белкам с SH-группировками, имеющие высокое сродство к бивалентным ионам.

УДК 665. 644.2

11 ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ ПАССИВАТОРА II ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЫРЬЕ II КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА НА КОНЕЧНЫЙ ВЫХОД ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА

Е.В. Пастух

*Павлодарский государственный университет
им. С.Торайгырова*

ИР Мақалада бензиннің сапасы мен ийыгуының артуында сурьма қоспасының негізінде пассиватор жұмысының ықпалы қарастырылады.

§|§| ШЦ В статье рассматриваются вопросы влияния работы пассиватора на основе соединений сурьмы на повышение выхода и качества бензина.

The article raises the issues of the pассивator work impact, on the basis of antimony compound on the output increase and the quality of benzine.

Отличительной особенностью технического процесса, положенного в основу темы, является то, что с целью повышения выхода и качества бензина, катализатор перед введением в реактор каталитического крекинга обрабатывается пассиватором на основе соединений сурьмы, в результате чего происходит практически полное восстановление активных свойств регенерированного катализатора и, как следствие, увеличивается выход бензина, снижается коксообразование.

Основными факторами, влияющими на процесс каталитического крекинга, являются свойства применяемого для крекирования катализатора, температура процесса, кратность циркуляции катализатора, продолжительность контакта сырья и катализатора, качество крекируемого сырья.

Для обеспечения максимального выхода целевых продуктов и минимального количества побочных, а также для достижения высоких технико-экономических показателей процесса, катализатор крекинга должен иметь следующие основные свойства;

- высокую активность, способствующую большей глубине превращения исходного сырья при прочих равных условиях;

- высокую селективность, которая оценивается способностью катализатора ускорять реакции получения бензина и снижать скорость побочных реакций: образования газа и кокса;

- стабильность.

Стабильность активности, селективности и механических свойств катализатора в процессе эксплуатации особенно важна в системах с кипящим слоем катализатора. Катализатор должен быть стойким к истиранию, растрескиванию и давлению вышележащих слоев, а также не должен истирать аппаратуру;

- высокие регенерационные свойства, характеризующиеся способностью быстро и многократно восстанавливать свою активность и селективность при окислительной регенерации без нарушения поровой структуры и разрушения частиц.

Микросферический цеолитсодержащий катализатор в значительной степени отвечает всем перечисленным требованиям, предъявляемым к современным катализаторам крекинга.

Химический и фракционный состав сырья крекинга оказывает значительное влияние на процесс каталитического крекинга.

Присутствие в сырье сернистых, азотистых и мегаллоорганических соединений дезактивирует применяемый катализатор, ухудшает качество продуктов крекинга.

С целью улучшения качества сырья каталитического крекинга в состав комплекса введена предварительная гидроочистка сырья, что позволяет полностью исключить влияние колебаний в изменении качественного состава сырья на результаты процесса крекинга и стабилизировать работу реакторно-регенераторного блока.

Процесс с применением гидроочищенного сырья протекает более глубоко и селективно, в результате чего возрастает абсолютный выход бензина и снижается выход кокса.

Отличительной особенностью продуктов крекинга, полученных при переработке гидроочищенного сырья, является низкое содержание в них серы, это исключает дополнительные затраты по их гидрооблагораживанию.

Порфирины - метало-органические соединения, содержащие металлы, представляют собой сравнительно стойкие соединения, которые во время перегонки отгоняются вместе с дистиллятом, не разрушаясь. О способности перегоняться группы комплексных соединений, сопутствующих в основном асфальтено-смолистым веществам, данных нет, однако указывается, что эти соединения заносятся в дистиллят в виде капелек жидкости из-за нечеткости фракционирования.

Содержание ванадия в вакуумных дистиллятах прямой перегонки Западно-Сибирской нефти примерно $1,9 \cdot 10^{-3}$ процентов массовых, никеля $3 \cdot 10^{-3}$ процентов массовых. В мазутах и полумазутах - сырья каталитического крекинга, содержание металлов резко увеличивается примерно на два порядка. Указан-

ный характер распределения ванадия и никеля в нефтяных фракциях объясняется тем, что порфирины обладают низкой летучестью и концентрируются в остаточной части нефти.

Стабильность катализаторов против дезактивирующего влияния тяжелых металлов возрастает при проведении крекинга с большим временем контакта в прямоточных лифт реакторах. Это связано с тем, что металлы на катализаторе активируются сульфидами, образующимися при разложении исходного сырья крекинга. Однако в лифт-реакторе катализатор находится очень короткий промежуток времени (от двух до десяти секунд), что недостаточно для активирования сульфидами дегидрогенизационной активности отложившихся тяжёлых металлов.

Снижение выхода бензина и увеличение коксообразования при накоплении металлов и других ядов существенно ухудшают технические показатели каталитического крекинга

Наличие металлов в сырье крекинга, особенно никеля, ванадия, меди и железа, является причиной ухудшения эффективности действия катализаторов, обуславливая резкие изменения его активности и селективности. В связи с этим весьма важно подвергать сырьё очистке или удалять металлы с поверхности катализатора специальными методами. По степени возрастающего влияния на изменение выхода продуктов крекинга металлы располагаются в той же последовательности, в какой они вызывают уменьшение активности катализатора: $Pb < Cr < Fe < V < Mo < Si < Co < Ni$.

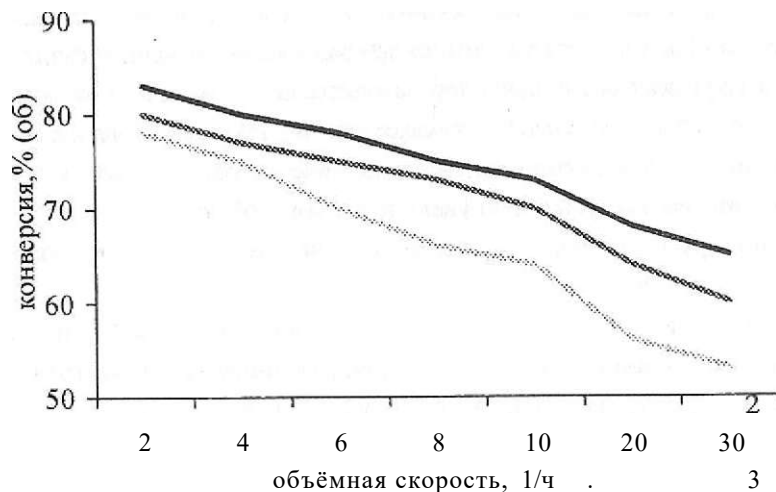
«Эффективные» металлы характеризуют ту долю осаждённых на катализаторе тяжёлых металлов, которая обуславливает образование кокса и водорода. Содержание «эффективных» металлов определяется как произведение ванадиевого эквивалента ($4Ni$ плюс V) на активную долю металла, определяемую графически. Для цеолитсодержащих катализаторов содержание «эффективных» металлов заметно влияет на образование дополнительного кокса.

Степень изменения основных параметров процесса каталитического крекинга в результате дезактивации катализатора при различном содержании «эффективных» металлов показана на рисунке 1.1.

Аналогичным образом влияет содержание «эффективных» металлов на распределение продуктов крекинга.

По мере увеличения содержания "эффективных" металлов на катализаторе выход бензина падает, а выход кокса и газа растёт. Анализ сухого газа показывает, что в нём увеличивается соотношение водород : метан при практически неизменном выходе метана. Это обусловлено дополнительным образованием водорода за счёт образования кокса при интенсификации металлами реакции дегидрирования и конденсации.

К сырью крекинга добавляют пассиваторы - соединения Sb, P, Sn, В, реагирующие с примесями. Благодаря этому катализаторы способны не терять заметно активность в присутствии до 0,2 процентов мольных № и до 0,3 процентов мольных особенно вредного V. Для уменьшения выбросов оксидов S и N также вводят специальные добавки.



0,018% (масс.);

0,113% (масс.);

0,350% (масс.);

Рисунок 1.1 - График изменения процесса крекинга при дезактивации катализатора.

Таблица 1- Влияние содержания эффективных металлов на распределение продуктов крекинга

Выход продуктов	Содержание «эффективных металлов», % (масс.)		
	0,018	0,113	0,350
Сухой газ, % (масс.)	5,8	6,6	7,1
? C ₄ , % (об.)	14,0	14,0	13,0
Бензин, % (масс.)	61,0	59,0	54,0
Кокс, % (масс.)	2,4	зд	7,3

Разработан водорастворимый пассиватор тяжелых металлов на основе соединений сурьмы и некоторых других элементов.

Применение водорастворимого пассиватора позволяет вовлекать в процесс каталитического крекинга сырье с повышенным содержанием никеля и ванадия, например, вакуумный газойль с концом кипения выше 540°C, смеси вакуумного газойля с мазутом или мазут.

№4, 2005 г.

При этом достигается:

- снижение выхода водорода на 50 процентов;
- увеличение выхода бензина на два - шесть процентов;
- снижение выхода кокса на пять - десять процентов.

по сравнению с показателями, полученными на катализаторе, отравленном тяжелыми металлами.

Расход пассиватора составляет от двух до 50 г/т перерабатываемого сырья (в зависимости от содержания металлов в сырье).

Водорастворимый пассиватор имеет оригинальную рецептуру, позволяющую целенаправленно регулировать соотношение ингредиентов, благодаря чему он применим для восстановления активности отравленных тяжелыми металлами катализаторов любого химического состава.

Синтез пассиватора осуществляется в одну стадию на базе доступных крупнотоннажных продуктов и не требует специального оборудования, поскольку растворителем служит вода.

Готовый продукт пригоден для использования в виде водного раствора или сухого гранулированного порошка.

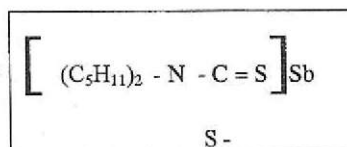
Пассивация с помощью водорастворимого пассиватора легко вписывается в существующие схемы каталитического крекинга, не требует капитальных дополнительных вложений и является гибким и технологическим процессом.

Предлагаются пассиваторы, технология их синтеза и применения, а также научно-техническая помощь при внедрении.

Схема введения пассиватора в сырье каталитического крекинга



Пассиватор диамилдитиокарбомат сурьмы:



Является готовой полуфункциональной присадкой к маслам и представляет собой 50 процентный раствор вещества в нейтральном масле.

Соединение в растворе циклогексана наносится пропиткой на катализатор

Таблица 2 Влияние пассивации тяжелых металлов на выход продуктов крекинга

Показатель	Катализатор до пассивации	Катализатор после пассивации	Неотраченный катализатор
Содержание на kt Ni, %	0,7	0,7	
Сурьмы, %	-	0,5	
Глубина превращения, %	57,0	75,5	75,5
% (мол.) на превращенное сырье	0,53	0,15	0,03
Бензола	14,0	20,5	27,5
Толуола	3,5	7,5	8,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Ластовкина Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г. Справочник нефтепереработчика. - Л.: Химия, 1986.
2. Хаджиева С.Н. Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах. - М.: Химия, 1982.
3. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. М.: Химия, 1970.
4. Суханов В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке. - М.: Химия, 1979;
5. Прокопюк С.Г., Масагутов Р.М. Промышленные установки каталитического крекинга. - М.: Химия, 1974.
6. Гуреев А.А., Жаров Ю.М., Смидович Е.В. Производство высококаш-ивных бензинов. - М.: Химия, 1981.
7. Рудин М.Г., Драбкин А.Е. Краткий справочник нефтепереработчика. -Л. (С.-П): Химия, 1980.
8. Экономическая документация ЗАО ПНХЗ

||| УДК 621.785.1.002.56

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
1 МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
1 ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ПЛАСТИЧЕСКОЙ
j ДЕФОРМАЦИЕЙ**

||| Р.И.Сержанов, А.С. Асылбекова, РС. Жапар

||| Павлодарский государственный университет

||| им. С. Торайгырова

*Металлургиялық әнімді өндіруде пластикалық деформацияның
||| температуралық диапазоны» сақтаудың жетілдірілген әдістерінің
||| IPII эффективтілігі көрсетілген.*

*Показана эффективность разработанных методов соблюдения
||| III температурного диапазона пластической деформации при производстве
металлургических изделий.*

*The article shows the efficiency of the elaborated methods of tempera-
ture range and plastic deformation observance in the production of metallurgi-
cal articles.*

Снижение себестоимости продукции в металлургическом и в частности в прокатном производстве путем повышения качества продукции, стойкости инструмента, долговечности деталей оборудования во многом зависит от строгого соблюдения режимов технологического процесса. Для этого необходимо строго соблюдать установленный диапазон колебаний параметров и применять автоматизированный контроль технологического процесса.

Основная задача состоит не только в том, чтобы выдержать соответствующие допуски на основные технологические параметры, но и выдержать их со значительным запасом путем создания необходимых резервов технологической точности. Для получения стабильных параметров технологического процесса необходимы разработка и внедрение средств активного контроля этих параметров.

В последние годы наблюдается тенденция разработки специализированного оборудования в комплексе с нагревательным, загрузочным и транспортирующим устройствами. При этом необходимо создание таких автоматических ком-

плексов, которые были бы оснащены единой системой управления, позволяющей обеспечить не только контроль, но и автоматическое регулирование всех технологических параметров.

При производстве изделий на любых видах металлургического оборудования, а особенно на прокатных станах, большое значение имеет соблюдение температурного диапазона пластической деформации [1].

Теоретические и экспериментальные исследования влияния температуры нагрева заготовок перед прокаткой на качество получаемых изделий показали, что причины возникновения дефектов у прокатных изделий следующие:

- нарушение нижней границы температурного диапазона пластической деформации приводит к появлению на изделиях трещин и зажимов;
- нарушение верхней границы температурного диапазона пластической деформации, приводит к структурным изменениям металла заготовки при её перегреве (рост зерна, ухудшение структуры металла; брак при этом составляет 5-8%).

Колебание температуры нагретой заготовки, кроме того, приводит к значительному изменению усилия деформирования, что отрицательно сказывается на точности изделий, стойкости инструмента и долговечности деталей оборудования. Так, для большинства сталей, колебания верхней границы температурного диапазона прокатки в пределах $1100 \pm 50^\circ\text{C}$, вызывают изменение сопротивления деформированию на $\pm 15\%$ [2], что тождественно изменению усилия деформирования также на $\pm 15\%$.

Чтобы избежать брака по указанным причинам необходимо использование систем автоматического контроля и регулирования температуры нагрева заготовок перед прокаткой, обеспечивающих высокую точность и стабильность измерений при высокой надежности работы и достаточное быстродействие при передаче сигнала в систему управления прессом для своевременной корректировки величины энергии. Эти системы должны быть бесконтактными и иметь выход на записывающий прибор для учета колебаний температуры заготовки в процессе рабочей смены и принятия мер для их устранения.

Обоснование требуемой точности измерения температуры должно исходить из оценки последствий, к которым приведет погрешность измерения температуры. Анализ показывает, что при разработке систем автоматического контроля температуры при пластической деформации, точность измерения температуры заготовки должна находиться в пределах $\pm 50^\circ\text{C}$ (1%), что вызовет приемлемое для металлургического оборудования изменение усилия деформирования на $\pm 5\%$.

Для измерения температуры в прокатном производстве используются два способа: контактный и бесконтактный. К контактными относятся различного типа термпары, точность измерения которых достаточно высока. Однако наличие

физического контакта с измеряемым объектом и **вследствие** этого низкая надежность и стабильность показаний, а также инерционность **не** позволяют создавать на их основе системы контроля температуры заготовок с быстрой обратной связью. Термопары удобны для лабораторных исследований, **а также** для периодической кратковременной проверки температуры заготовок, находящихся в нагревательном устройстве, штампе, но не для целей управления.

Особый интерес представляет создание систем контроля температуры на основе бесконтактного способа, использующего методы радиационной пирометрии. Основанные на том, что все тела с температурой выше абсолютного нуля обладают электромагнитным излучением, вызванным движением их атомов и молекул [3]. Спектр и интенсивность этого излучения зависят от температуры нагретого тела. При измерении температуры заготовки она может облучаться окружающей средой, в результате чего и тело, и среда будут находиться в термодинамическом равновесии. При этом часть внешнего излучения будет отражаться от поверхности тела, суммируясь с его собственным излучением. Суммарное излучение тела W_c в этом случае будет равно:

$$W_c = e \cdot W + (1 - e) \cdot W',$$

где W - спектральное излучение абсолютно черного тела;

W' - излучение окружающей среды;

e - коэффициент лучеиспускания.

Влияние неопределенности значения e на пирометрию может быть сведено к минимуму, если проводить измерения на самой короткой длине волны [4].

Таким образом, суммарное излучение нагретой заготовки определяется температурой и излучательной способностью, а также падающим на него внешним излучением.

В большинстве всех устройств для измерения и регистрации температуры принят метод суммарного потока излучения, однако при измерении показания устройств требуют корректировки, поскольку погрешности при измерении этими устройствами обычно велики и пользоваться полученными показаниями можно только как ориентировочными. Поэтому особое внимание следует уделить отделению компонентов излучения от объектов и по возможности уменьшить W' до пренебрежимо малых значений [4]. Этого можно достигнуть, используя метод спектрального (цветового) распределения плотности лучистой энергии в потоке излучения или метод измерения интенсивности излучения в узком спектральном диапазоне.

Особый интерес представляет метод измерения интенсивности излучения в узком спектральном диапазоне, который заключается в том, что измеряется температура на строго определенном участке спектрального излучения. Ис-

пользование этого метода в устройствах измерения температуры позволит не только измерять температуру на расстоянии и тем самым устранить термическое воздействие на датчик температуры и увеличить срок его службы, но и повысить точность измерения.

Основным элементом любого устройства, работающего в узком спектральном диапазоне, является датчик температуры. Процесс определения температуры требует взаимодействия падающего излучения с материалом датчика температуры, в результате которого образуется электрический выходной сигнал, подлежащий измерению и передаче в систему управления прессом. Применяются два типа взаимодействия и соответственно два типа датчиков: термические и фотонные (квантовые). У термических датчиков быстродействие мало - постоянная времени измеряется миллисекундами, тогда как у фотонных - микросекундами"

Фотонные датчики, кроме того, являются селективными - они реагируют только на определенных участках спектра, что значительно повышает точность измерения. Для обеспечения требуемой стабильности показаний и надежной работы устройства необходимо изготавливать прибор на электронных элементах с учетом специфических особенностей металлургического производства (ударные нагрузки, вибрации, перепад температур в цехе, наличие токопроводящей пыли и окалины). Электронные элементы по сравнению с вакуумными более долговечны, более стабильны в работе и меньше изнашиваются.

С учетом сказанного в ПГУ им. С. Торайгырова разработано устройство СББ-І для измерения и регулирования температуры заготовок, при работе которого могут использоваться один или два датчика температуры. Применение двух датчиков температуры позволяет измерять и регулировать температуру заготовок как в нагревательном устройстве (печь, индуктор, бариевая ванна), так и измерять температуру заготовки, находящейся в процессе деформирования, а также передавать сигнал в систему управления оборудования для корректировки величины энергии [5]. Для удобства эксплуатации предусмотрен указатель температуры, выход на записывающее устройство, световая сигнализация. В качестве указателя температуры может служить обычный микроамперметр или инерционный цифровой индикатор.

Устройство СББ-І целесообразно включить в состав электронных систем программного управления автоматических линии обработки металлов давлением.

Применение разработанного устройства СББ-І, благодаря возможности регулировать температуру нагрева заготовки, позволяет устранить брак, возникающий без применения устройства из-за нарушения нижней и верхней границ температурного диапазона пластической деформации, следовательно, избежать дополнительной обработки изделий, получивших дефекты.

Применение устройства СБЕ-I позволяет также снизить диапазон изменения температуры исходных заготовок перед пластической деформацией, повысить точность заготовок и в результате получить экономию металла.

II ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 625.881

III ТРОТУАР ТАҚТАЛАРЫН ӨНДІРУГЕ

• АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚТАРДЫ ҚҰРАСТЫРУ И ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Ж.Е. Ахметов, Н.С. Сембаев, ЕЖ Мұқатов

С.Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті/

III! В статье рассматриваются вопросы выбора наиболее приемлемых видов вывесок, применяемых в производственных целях.

||||| Мақалада тротуар тақталарын өндіретін жабдықтарда қолданылатын баспалаудың тиімді түрлерін таңдау мәселелері қарастырылады.

The article raises the issues of the choice of the most acceptable kinds of signboards, used in the production.

2005 жылғы 18 ақпандағы Қазақстан Республикасы президентінің Қазақстан халықтарына жолдауында көрсетілген тұрғын-үй бағдарламасының негізгі бағыттарын жүзеге асыру аясында, қаздырыс индустриясы және құрылыс материалдары мен бұйымдарын өндіруді күрт өсіруді талап етіліп отыр. Сондықтан, аталмыш сала өнім көлемінің өсуі оның жоғары сапалылығын қамтамасыз ету күрделі мәселе болып табылады.

Көптеген құрылыс материалдары сияқты соңғы кезде пайда болған және даму үрдісіндегі тротуар тақталарыда баспалау үрдісімен тығыз байланысты. Қолданыста кең өріс алып отырған баспалаудың алуан түрлері бар. Осыған байланысты нақты тротуар тақталарын өндіретін жабдықтарда қолданылатын баспалаудың тиімді түрін таңдау келелі мәселе болып табылады.

Қазіргі таңда тротуар тақталарын баспалау негізінен технологиялық үрдістің ең бір күрделі де ұзақ мерзімді операцияларының бірі - құрғатусыз жартылай құрғақтай қалыптау әдісімен іске асады. Жартылай құрғақ әдісімен құрылыс бұйымдарын өндіру технологиялық желілерінде негізгі жабдық- баспақ болып

табылады. Технологиялық желінің жұмысы және онда өндірілегін бұйымның сапасы көп жағдайда баспалау жабдықтарының жетілдірілгендігіне байланысты.

Қазіргі таңда құрылыс бұйымдарын жартылай құрғақ баспалаудың көптеген әдістері белгілі. Ал тротуар такталарын өндіруде төмендегідей:

- статикалық баспалау;
- изостатикалық баспалау;
- вибрациялық (дірілдемелі) баспалау;
- роликті баспалау;
- динамикалық баспалау сияқты үрдістер қолданыс табады,

Статикалық баспалау қарапайым пішінді және кішкентай өлшемді бұйымдарды өндірушіге асыруда жеңіл балғаңдықтан, әзірге қиындаралып спыр. Баспалаудың бұл түрі біржақты және екіжақты баспалау болып екі түрге бөлінеді. Біржақты баспалау баспақтың пуансонның бедерлі бетінің күшіне негізінен қозғалмайтын торапқа қарсы үстіне немесе астына қарай бағытталған. Осындай баспақтар тұрақты, ішкісіз, қалқымалы және рессормен әлдендірілген матрицалармен (үяқалыптармен) жабдықталған.

Тұрақты матрицамен біржақты баспалау кезінде баспалау өсі бойында орналасқан қоспа (материал) бөлшектері тұрақсыз пуансонға дейінгі арақашықтыққа байланысты әртүрлі жол жүреді. Пуансонның жылжуына байланысты жақын орналасқан қабаттардың тығыздығы ұлғайып, материалдың жан-жақты керілу эффектісінің нәтижесінде сыртқы үйкеліс шығындары да жоғарылайды. Бұйымның биіктігіне қарай кернеу ауытқуы қалыптайтын бұйым биіктігі мен баспалайтын беттің гидравликалық радиусының ұлғаюы пропорционалды өседі.

Осыған байланысты қалыптайтын бұйымның биіктігіне қарай тығыздықтың өзгеруі тұрақты матрицалы біржақты баспалаудың негізгі кемшілігі болып табылады. Қалыптайтын бұйымның сапасын биіктік бойынша жақсарту рессорлы және қалқымалы (плавающий) матрицасы бар баспақтарда жүзеге асады.

Баспалаудың бұндай түрінің ерекшелігі жылжымалы пуансонның материалмен әрекеттескеннен кейін, белгілі бір тығыздалған мөлшерге дейін тұрақты матрицасы бар екіжақты баспалау эффектісі байқалады. Материалдың тығыздалу мәнiне қарай матрица орналасқан серпiмдi элементтiң теңестiрiлуi жүредi. Қозғалмалы пуансонмен бірге матрица төмен жылжып, бұйымның астыңғы қабатының тығыздалуы жүзеге асады.

Рессорлы немесе қалқымалы матрицасы бар біржақты баспалау қалыптаудың екіжақты баспалау үрдісіндегідей қажетті сапа көрсеткіштерін алуға мүмкіндік береді. Аталмыш баспалауда матрицаны серіппелі элементтер немесе гидроцилиндр ұстал тұрады. Матрицаны гидравлика көмегімен ұстаудың ерекшелігі матрицаның және жылжымалы пуансонның қозғалуына қарамастан, оны ұстап тұратын күш тұрақты болып қала береді. Бұл үрдіс бұйымның са-

пасын тұрақгы және" тұрақсыз пуансондардағы өзіндік қысымның шығынын төмендету арқылы нәтижеге жетеді.

Рессорлы және қалқымалы матрицасы бар біржақгы баспалауда соньшен қатар жылжымалы матрицаларда қолданылады. Біржақгы баспалаудың бұл түрінде матрица беріліс механизмінің кемегімен жылжымалы пуансонға кинематикалы байланыстырылған.

Жылжымалы матрицасы бар біржақгы баспалауда жоғарғы және төменгі пуансондардың матрицаға салыстырмалы түрде бір уақытта және біркелкі жылжитын болғандықтан бұйымның сапасы басқаларға қарағанда жоғары.

Материалдарды жартылай қэдэғак күйде екіжақгы баспалау біржақты баспалаудан прогрессивті болып табылады. Екіжақты баспалау кезінде материалға күш екі жақтан эсер ететіндіктен қалыптайтын материалдың бұрыштарына жоғары беріктік беріп, басқа да қасиеттерін көтереді. Баспалаудың бұндай үрдісінде пуансонның синхронды қозғалуының нәтижесінде материалдың үстінгі және астыңғы қабаттары біркелкі тығыздалады.

Бірақ техникалық күрделілік баспалаудың бұл эдісін қолдау аясын шектейді. Өйткені материалды баспалау кезінде пуансондардың синхронды қозғалуы, тек қана пуансондар берілістерінің қатаң кинематикалық байланысын талап етеді (бұл күрделі техникалық мәселе). Соңғы кездері пуансондарды бірінен соң бірін қозғалту арқылы баспалау үлгісі кең өріс алуда. Пуансондардың бұлай қозғалуын бір ғана беріліспен іске асыруға болады.

Екіжақты баспалаудың тиімділігіне қарамастан кернеудің ыдырауын толық жойып, бұйымның көлемінің кез-келген жерінде біркелкі тығыздық алу мүмкін емес. Көлемнің барлық жерінде біркелкі тығыздық тек кдна жан-жақты көлемді баспалау арқылы, яғни, бұл ағатын сұйықтық тектес массаны қысымдау сияқты үрдістерде ғана жүзеге асатын құбылыстарда жүзеге асады. Баспалаудың бұл түрі - изостатикалық (гидростатикалық) баспалау деп аталады.

Изостатикалық баспалау принцип!, баспалау күшінің материалға барлықжағынан эрекет ететін сұйық, газ немесе эластомер қысымына өзгертіліп эсер етуі деген сөз. Изостатикалық баспалау пішіні күрделі, тығыздығының біркелкілігіне жоғары талап қойылатын бұйымдарды баспалауда кең қолданылады.

Баспалаудың изостатикалық тэсілінде материалды жан-жақты сығымдағандықтан қалыптаған бұйымның жалпы тығыздығы металл қалыптарда дәл осындай қысыммен статикалық баспаланғаннан жоғары болады. Сондықтан изостатикалық баспалауда тығыздық дәрежесі бірдей болғанмен төмен қысым қажет. Тэжірибелер нәтижесінде анықталғандай, статикалық баспалаумен қалыпталған бұйымның тығыздығына қажетті көрсеткішке жету үшін 30 пайызға

төмен қысым қажет. Сонымен қоса изостатикалық баспақтарда жабдықтың металсыйымдылығы төмендеп, конструкциясы қарапайымдалады,

Бұйымды жартылай құрғақ күйінде вибрациялық баспалаудың принципі-вибратордан туатын кинетикалық энергия әрекетімен матрицадағы шикізат бөлшектері тфбелмелі қозғалыс ісүйіне келуі. Осы кезде шикізаттың жеке бөлшектері қозғалыстың арқасында бос орындарды толтырып, материалдың тығыздығын арттырады. Вибрациялық баспалауда тығыздалу кезінде газ фазасы да тиімді ығыстырылады.

Құрылыс материалдарын өндіру кезінде вибрацияны қолдану кең өріс алғанымен, жартылай құрғақ массаны вибрациялық баспалау аз зерттелген сала болып табылады.

Материал түріне, баспалайтын өнімнің өлшемдері мен пішіндеріне және т.б. байланысты вибрациялық баспалауды іске асырудың бірнеше тәсілдері бар. Солардың ішінде ең негізгілері мыналар болып табылады:

- еркін вибробаспалау;
- пуансонды статикалық басу арқылы вибробаспалау;
- пуансонды динамикалық басу арқылы вибробаспалау;
- қалқымалы матрицада басу арқылы вибробаспалау.

Вибрациялық құрылғылардың барлығына тән негізгі кемшіліктер: жұмыс кезіндегі қатты шу, вибрацияға тегеурінді іргетасдың қажеттігі, тетіктер мен тораптардың жоғары беріктік және қатандықпен дайындалу қиындығы болып табылады.

Шикізатты роликпен баспалау арқылы тығыздау шикізаттың үстіңгі бетіне қайталанбалы аз уақытты күш түсірумен жүзеге асады. Тығыздалатын материалдың бөлшектерінің беріктігі, бөлшектер арасындағы байланыс беріктігінен едәуір жоғары болады. Сондықтан, материалдың тығыздығы қатты фаза бөлшектерінің өзара келісімді қозғалуы және соның арқасында кеуектерден ауаның шығып, кеуектің төмендеуін қамтамасыз етеді.

Тығыздықтың ең жоғары көрсеткіші материалдың роликпен жанасатын бетіндегі өзіндік қысым беріктік шегінің 0,9-0,95-ін Қарағанда өз нәтижесін береді. Материалдың тығыздығының қажетті дәрежесіне жету үшін баспалау қысымын қажетінше жоғарылата отырып роликпен бірнеше рет басып жүргізу керек.

Динамикалық баспалау баспақтарда соққы, қопарылыс және гидродинамикалық тәсіл түрінде қолданылады. Соққымен баспалау тәсілі- жұмыс органының (жылжымалы пуансонның) белгілі биіктіктен еркін құлау принципіне негізделген. Жиынтықталған кинетикалық энергия матрицадағы шикізатқа соғылу кезінде оны баспалауға жұмсалады. Матрицадағы материалға соғылғанда жылжымалы пуансонның жылдамдығы өте аз уақыт ішінде өзгереді. Сондықтан пуансонның материалға соғылуын импульс ретінде сипаттауға болады. Сонымен қатар соққы уақытының аздығының нәтижесінде жылжымалы пуансон-

ның массасының аздығына және оның іркіу биіктігінің төмендігіне қарамастан өзіндік қысым едәуір мөлшерге жетеді. Жоғарыда көрсетілгендей, энергосыйымдылық тұрғысынан қарағанда баспалаудың соққымен жүзеге асу тәсілі басқалармен салыстырғанда белгілі артықшылығы айқын.

ҚОРЫТЫНДЫ:

1. Жартылай кургак күйінде қысылыс бұйымдарын қылыптау үлгін баспалаудың бірнеше тәсілі қолданылады. Кез-келген бұйымды өндіруге арналған әмбебап тәсіл жоқ. Қазіргі кезде тротуар тақталарын өндіруде негізінен роликті баспалау қолданылады. Бірақ, бұл тәсіл қажетті деңгейдегі өнімділікті қамтамасыз ете алмайды.

2. Тротуар тақталарын өндіруде соққымен (импульсті) баспалау перспективті деген көзқарас қалыптасқан. Аталмыш тәсілді жүзеге асыру мақсатында қажетті жабдық құрастыру қажет.

ӘДЕБИЕТ

1. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. - М.: Высшая школа, 1971.-382с.
2. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. -М.: Стройиздат, 1970,- 488с.
3. Джылкичиев А.И. Основы теории расчета и проектирования оборудования для производства изделий полусухим способом формования: дисс. докт. техн. наук. - Алматы, 2003. - 258с.

II УДК 621.771.001.573

II МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- ПРОЦЕССОВ ПРОКАТНОГО**
- ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ**
- И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

А.В. Богомолов, Р. Т. Мусабеков, М. Ж. Садыков

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

i11 *Жұмыста өнімнің сапасын арттыру маңсатымен айналдыру*
||| *үрдістерінің математикалық модельдері өндіріді. Математикалық*
модельды алу тұтынушының суранысын бірішама толық қанағаттандырады
I || *және металдың минималды жойылуын қамтамасыз етеді.*

III *В работе разрабатываются математические модели процессов*
прокатки с целью повышения качества продукции. Полученные
математические модели позволяют обеспечить минимальные потери
металла и наиболее полно удовлетворять запросы потребителей.

The paper suggests the elaboration of mathematic models of the rolling
processes with the aim to improve the quality of the production. The given
mathematic models provide the minimal losses of metal and satisfy the demands
of consumers more fully.

Для улучшения качества проката необходимы технические, экономические и организационные мероприятия как в сфере производства, так и на стадии потребления готовой продукции. Мероприятия по улучшению качества проката, как правило, требуют повышения капитальных и эксплуатационных затрат при производстве проката. Однако использование проката повышенного качества обуславливает снижение капитальных и эксплуатационных затрат в тех сферах производства, где этот прокат применяют. (Применительно к производимому на ПФ ТОО "Кастинг" арматурному прокату - это производство строительных конструкций и строительная индустрия.) Решение задач повышения качества продукции приводит к необходимости разработки более полных и непротиворечивых математических моделей как для отдельных машин и процессов, так и для агрегатов и технологических потоков в целом. Особое значение имеет разработка моделей процессов повышенного качества готовых изделий.

Математическое моделирование процессов прокатки из-за их сложности необходимо дополнять физическим моделированием по законам подобия и размерностей. Для этого на кафедре металлургии Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова создаются экспериментальные методы и установки исследования металлургических процессов непрерывной разливки и прокатки, подобные натуре по геометрическим, силовым, тепловым и другим параметрам. Общее руководство данным направлением работ осуществляет профессор Р.И. Сержанов. В работе [1] описывается создание физической модели работы кристаллизатора машин непрерывного литья заготовок. Разработка математической модели процесса прокатки для повышения качества изделий является следующим этапом исследований.

В теории прокатки наиболее распространены одномерные и двумерные стационарные модели, использующие обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Такие модели предложены А.И. Целиувым и др. [2] На основе таких моделей разработаны методы расчета геометрических и кинематических параметров прокатки, а также теория расчета усилий и моментов прокатки с учетом упрочнения проката. В упрощенном виде эти модели служат основой для проектирования станков и управления технологическими процессами прокатного производства в реальном времени с использованием компьютера.

Для одномерных моделей характерна равномерность напряжений по толщине и ширине проката. Это допустимо, если деформация по ширине отсутствует, а толщина проката достаточно мала по сравнению с другими размерами зоны деформации. Однако такое усреднение не позволяет ответить на многие практические вопросы качества проката, связанные с неоднородностью теплового и напряженно-деформированного состояния металла. Поэтому для анализа более тонких эффектов прокатки необходимо использовать более сложные модели, например, объемные (трехмерные) или квазиобъемные с усреднением параметров по одной координате. Данные модели базируются на дифференциальных уравнениях в частных производных, которые решаются методами механики твердого деформируемого тела, среди которых можно выделить метод линий скольжения [3].

Математические модели для прокатки металла повышенного качества могут развиваться по следующим направлениям:

1. Усовершенствование одномерных и двумерных моделей с учетом наклепа и разупрочнения, скорости деформации, характеристик граничного трения и поверхностных смазок, неравномерности контактных напряжений и т.п.
2. Развитие неоднородных моделей прокатки с целью исследования неравномерно нагретого деформируемого проката, в частности для совмещения проката с

непрерывным литьем. При этом необходимо получить полные решения уравнений равновесия, теплопроводности, пластичности и кинематических соотношений.

3. Развитие объемных моделей прокатки с учетом упругости валков и рабочих клетей, позволяющих наряду с анализом энергосиловых параметров оценивать точность прокатки.

4. Исследование устойчивости формы проката и процессов прокатки при высоких скоростях.

5. Разработка макро - и микроструктурных основ проката в связи с проблемами повышения качества. Исследование анизотропии свойств проката и ее влияние на улучшение потребительских свойств металла (прочность, пластичность, свариваемость, штампуемость, вязкость и др.).

6. Моделирование хрупкого и вязкого разрушения проката в процессе обработки с целью исключения дефектов типа расслоения и трещины.

7. Разработка математических моделей тепловых процессов горячей и теплой прокатки, термомеханической обработки проката с целью повышения прочностных и пластических свойств.

8. Разработка моделей новых технологических процессов на основе непрерывной разливки и прокатки с управлением от вычислительных машин.

Качество проката формируется в процессе всего технологического цикла производства, начиная от выплавки стали и заканчивая отделкой полупродукта или готового проката. применительно к практике работы прокатных цехов качество продукции должно отвечать трем основным требованиям: обеспечивать минимальные потери металла в виде боака при производстве проката; соответствовать всем показателям, регламентированным государственными стандартами и техническими условиями; наиболее полно удовлетворять запросы потребителей.

Обнаруженные в процессе контроля дефекты обычно разделяют на два вида (по ГОСТ 20847-75): 1) дефекты, образование которых связано с нарушением технологии выплавки, разливки и охлаждения литых заготовок, - это дефекты металлургического происхождения; 2) дефекты, связанные с нарушением технологии нагрева, прокатки, охлаждения и отделки проката, - это дефекты прокатного происхождения.

Периодически имеет место брак арматурного проката по несоответствию механических свойств, а также макро- и микроструктуре готового металла [4]. Дефекты прокатной продукции в большинстве случаев определяются качеством исходной непрерывно-литой заготовки.

Среди характеристик качества проката в моделях можно учитывать:

- механические свойства и упрочнение;
- анизотропию свойств и текстурообразование при прокатке;

- качество поверхности проката;
- точность геометрических размеров проката;
- устойчивость формы и пластического течения металла;
- штампуемость и формуемость листового металла;
- хрупкость и вязкость упрочненного проката;
- свариваемость упрочненного проката.

Математическое моделирование с учетом обеспечения повышенной точности геометрических размеров проката в настоящее время достаточно реализовано [2]. Разработка моделей, обеспечивающих учет прочностных и пластических характеристик металла в процессе прокатки для повышения качества и исключения дефектов является мало исследованной областью. Особое значение этот вопрос приобретает применительно к арматурному прокату и строительным сталям, для которых одними из основных показателей является ударная вязкость и свариваемость.

Вид разрушения металла связан характером напряженно-деформированного состояния, температурой деформации, химическим составом, кристаллографическим строением, структурной неоднородностью и другими факторами. В процессе прокатки сплошных профилей разрушение внутренних слоев - вредный фактор, нарушающий технологический процесс. Вскрытие внутренних полостей от растягивающих напряжений протекает соответственно вязкому механизму, а склонность к хрупкому разрушению имеет большое значение при последующем использовании проката в строительстве и машиностроении.

В связи с ужесточением требований к прочности сталей при пониженных температурах особое внимание уделяется термически упрочненному прокату [5]. Это обеспечивает минимальную массу конструкций и в целом приносит ощутимый экономический эффект.

Разрушение упрочненных сталей существенно связано со структурой металла. Прежде всего, здесь следует указать размер зерна феррита, определяющий предел прочности металла одновременно с ударной вязкостью и температурой хладноломкости. На прочностные и пластические параметры влияют условия кристаллизации и последующей деформации: твердый раствор, размер зерна, количество перлита, упрочнение, полигонизация и т.п.

Влияние размера зерна на прочность стали определяется уравнением Холла - Петча:

$$\sigma = \sigma_0 + k \cdot d^{-\frac{1}{2}}$$

где σ_0 - сопротивление скольжению,

k - коэффициент размера зерна,

4 - размер зерна.

Аналогично определяют влияние размера зерна на критическую температуру хрупкости:

$$T = a + m \cdot d^{-2}$$

Следовательно, с измельчением зерна повышается предел текучести и прочности, а также одновременно улучшается сопротивляемость хрупкому разрушению. При горячей прокатке измельчение зерна после рекристаллизации достигает балльности №5 и №6.

Разработанная математическая модель позволяет заранее определить и уменьшить количество экспериментов. На основании р-теоремы можно утверждать, что всякое физическое соотношение (уравнение), связывающее размерные величины, можно представить, как соотношение между безразмерными комплексами. При физическом моделировании должно выполняться достаточное условие подобия двух систем: равенство любых двух соответствующих критериев подобия этих систем, составленных из их основных параметров. Таким образом, чтобы модель стана и технологического процесса была подобна натуре, нужно сначала выбрать n основных параметров процесса и составить из них $n-k$ независимых безразмерных критериев подобия.

Параметры модели должны быть подобраны так, чтобы критерии подобия были равны соответствующим критериям природы. При рассмотрении квазистатических процессов прокатки с теплообменом необходимыми критериями моделирования являются следующие соотношения с масштабом моделирования in :

$CT-m$	(геометрическое подобие)
$v=v \cdot tm/t^*$	(кинематическое подобие)
$P=P \cdot m^2 a/o^*$ $M = M \cdot m^3 o/(m^*$	(силовое подобие)
$N=N \cdot trvojo^*$	(энергетическое подобие)
$p \cdot cv/X - p^*c^*v^*/X^*$	(интенсивность остывания)
$T; \quad oI^2/XT_2t- \quad T_1^* \quad o^*F/X^*T^*t^*$	(тепловыделение за счет работы деформации)

В данных соотношениях знаком * обозначены параметры модели:

I - характерный линейный размер,
 v - скорость, t - время, P - усилие, M - момент,
 N - энергия, a - параметр механических свойств деформируемого металла,
 X - коэффициент теплопроводности, T_j - температура,
 p - плотность c - теплоемкость, Γ , - тепловой коэффициент механической работы.

В настоящее время математическая модель реализуется в виде компьютерной программы, разработанной в среде быстрого программирования DELPHI. Выходным параметром модели, непосредственно связанным с качеством прокатной продукции, является величина зерна, так как для сплава с мелким зерном характерны более высокие механические свойства: прочность, пластичность и вязкость. Размер зерна зависит от состава и технологического процесса изготовления сплава, прежде всего условий выплавки, разливки и кристаллизации, а также обработки давлением. Поэтому модель учитывает влияние на величину зерна скорости кристаллизации непрерывно-литой заготовки и дальнейшее измельчение зерен в результате пластической деформации. Экспериментальная проверка модели потребует оценки размеров величины зерна одним из следующих методов:

- 1) визуальный метод - сравнение видимых под микроскопом зерен при увеличении 100 раз со стандартными шкалами;
- 2) подсчет числа зерен, приходящихся на единицу поверхности шлифа с определением средней площади и среднего диаметра зерна;
- 3) метод случайных секущих - подсчет числа пересечений границ зерна с отрезками прямых с определением среднего условного диаметра (для равноосных зерен), числа зерен в 1 мм^3 (для неравноосных зерен).

ЛИТЕРАТУРА

1. Канаев А.Т., Богомолов А. В., Быков П.О., Сержанов Р.И. Создание физической модели кристаллизатора - //Вестник ЕНУ им. **Л.Н.** Гумилева. - 2005. - №2.
2. Рокотян С.Е. Теория прокатки и качество металла - М.: Металлургия, 1981,- 224 с.
3. Канаев А.Т., Богомолов А.В., Сержанов Р.И. О методе линий скольжения.// Вестник ПаУ -2005.- №1. -С. 146-149.
4. Сержанов Р.И., Богомолов А.В. Формирование прокатного производства в Павлодарском регионе: проблемы и перспективы //Наука и техника Казахстана. - 2005. - №4
5. Канаев А.Т., Богомолов А.В., Сержанов Р.И. Повышение качества проката путем термического упрочнения. //Материалы научно-практической конференции с международным участием «Интеграция науки и промышленности - решающий фактор в развитии экономики Республики Казахстан»,- Павлодар, 2005,- Т.2.- С.34-40.

УДК 621.316.925

И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НА СХЕМА И СОВПАДЕНИЯ

В. А. Бороденко

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

IIII Энергетикалық жүйелердің дискреттік автоматика құрылғыларыт
fill жетілдірудің логикалық негіздері зерттеледі.

fill Исследуются логические основы совершенствования устройств
IIII дискретной автоматике энергосистем.

lilt Logic bases of perfection devices of discrete automatics devices of power
III supply systems are investigated.

Контроль последовательности формирования заданных значений входных переменных достаточно широко используется в устройствах релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматике (ПА) энергосистем. Для описания соответствующих алгоритмов функционирования может применяться последовательностная логическая функция (ПЛФ) совпадения ОПЕРЕЖЕНИЕ [1].

Оператор ОПЕРЕЖЕНИЕ (\rightarrow) указывает на порядок образования единичных значений логических переменных, при котором выполняется функциональная зависимость (при переходе от 0 к 1). В соответствии с назначением оператора запись вида $y = x_1x_2$ отражает следующее условие истинности: y равен логической 1, если обе независимые переменные становятся равными 1, причем x_1 раньше, чем x_2 . Опережение некоторого сигнала определяется относительно порога времени, за который принимают момент образования заданного значения сопоставляемого сигнала. Приоритет функции ОПЕРЕЖЕНИЕ равен приоритету логического отрицания. Свойства ПЛФ, соответствие их основным законам и аксиомам алгебры логики исследованы в [2].

Запись последовательностных логических функций формулами комбинационной логики, устанавливающими в явном виде соответствие значения функции значениям аргументов, упрощает инженерную процедуру анализа и синтеза конечных автоматов. Кроме того, использование ПЛФ при анализе и синтезе ус-

тройств РЗ и ПА способствует унификации устройств с разной логической структурой, либо выполненных на неодинаковой элементной базе.

Возможны четыре состояния входов последовательностного устройства: совпадение входных переменных отсутствует, входные переменные совпадают с опережением (отставанием) одной из них; заданные значения входных переменных формируются одновременно, без опережения или отставания. Соответственно реализующие устройства могут различаться величиной зоны нечувствительности (когда устройство не реагирует, несмотря на совпадение сигналов) и способом отклика на синхронное появление сравниваемых переменных (реакция отсутствует, реакция формируется на произвольном выходе, реакция существует всегда и на обоих выходах).

В устройствах автоматики, закон функционирования которых задается программным путем на языках высокого уровня, последовательностная логическая функция совпадения для сигналов уровня логической единицы может быть реализована с вводом одной (трехзначной) или двух (двухзначных) вспомогательных переменных (в примере - переменная Flag). Приводимый фрагмент программы отображает реализацию устройства первого рода - когда выходная реакция на синхронное образование входных переменных отсутствует,

```
start:
input x1,x2
if x1=0 and x2=0 then flag=Q
if x1=1 and x2=0 then flag=1
if x1=0 and x2=1 then flag=2
if x1=1 and x2=1 then
  select case flag
    case 1: y1=1
    case 2: y2=1
  end select
else
  y1=0: y2=0
end if
goto start .
```

Представленный вариант исполнения последовательностной схемы совпадения на элементах интегральной схемотехники характеризуется тем, что синхронное появление входных переменных ведет к одновременному формированию и выходных переменных. Последовательностная схема совпадения (рисунок 1) содержит триггеры-защелки 1 и 2, элементы ИЛИ 3 и 4, одновибраторы 5 и 6, элемент ИЛИ-НЕ 7.

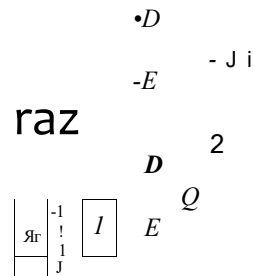


Рисунок 1

Одновибраторы показаны в наиболее простой реализации, длительность формируемого ими импульса определяется лишь собственным временем переключения входящего в них элемента НЕ, однако они могут быть выполнены и иным образом, со специальными времязадающими компонентами. Триггер-защелка (LATCH) соответствует D-триггеру, управляемому уровнем тактовых сигналов. Когда входной сигнал разрешения E (Enable) имеет высокий уровень, D-триггер пропускает сигнал от входа D к выходу Q, если же вход E имеет низкий уровень, сохраняется предыдущее состояние выхода Q независимо от уровня сигнала D.

Устройство работает следующим образом (рисунок 2).

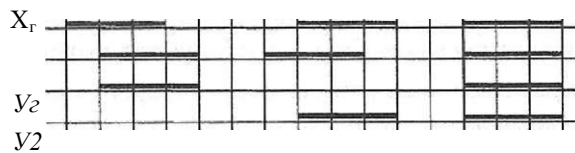


Рисунок 2

При отсутствии обоих входных сигналов ($x_1 = 0, x_2 = 0$) на выходе элемента ИЛИ-НЕ 7 присутствует сигнал уровня логической 1, который через элементы ИЛИ 3 и 4 подается на входы E обоих триггеров 1 и 2. В силу этого на выходы схемы передаются уровни логического 0 с входов D, т. е. $y_1 = 0, y_2 = 0$. С появлением 1 на входе x_1 высокий уровень на выходе элемента ИЛИ-НЕ 7 сменяется низким, оба триггера переходят в режим хранения информации. По переходу от 0 к 1 на входе x_1 одновибратор 6 формирует короткий импульс уровня 1, однако, поскольку на D-входе триггера 2 сохраняется значение $x_2 = 0$, состояние выходов схемы не изменяется. С появлением 1 на входе x_2 формируется короткий импульс уровня 1 на выходе одновибратора 5, триггер 1 передает сигнал $x_2 = 1$ с входа D на свой выход Q и возвращается в режим хранения

информации, поэтому теперь $y_1 = 1, y_2 = 0$. Это состояние выходов сохраняется до обнуления обеих входных переменных, когда сигналом 1 элемент ИЛИ-НЕ 7 снова переводит оба триггера в режим передачи информации низкого уровня 0 с входов D на выходы Q.

Обратный порядок формирования логической 1 на входах x_2, x_1 приводит к обратной последовательности операций, благодаря чему в момент перехода от 0 к 1 переменной x_1 импульсом одновибратора 6 значение $x_2 = 1$ передается с входа D на выход Q триггера 2 и запоминается до обнуления обеих переменных. На весь этот интервал времени выходы устройства имеют уровни $y_1 = 0, y_2 = 1$. Наконец, если входные переменные изменили уровень от 0 к 1 синхронно, формируется состояние $y_1 = 1, y_2 = 1$ благодаря одновременному срабатыванию одновибраторов 5 и 6.

У предложенного устройства длительность выходного сигнала одинакова, независимо от момента совпадения единичных значений входных импульсов. Она определяется временем, в течение которого сохраняется, по крайней мере, один сигнал на входе после их совпадения. Следовательно, элемент дополнительно играет роль расширителя импульсов. При полном совпадении моментов образования входных переменных, т. е. отсутствии опережения во времени какого-либо из воздействий относительно второго, формируется сигнал на обоих выходах устройства, выделяя это состояние. Таким образом, по сравнению с аналогичными устройствами рассмотренный последовательностный логический элемент совпадения имеет большее количество выходных состояний с более точной их привязкой к значениям входных переменных, что расширяет его возможности и повышает надежность функционирования.

В процессе исследований установлено, что в некоторых случаях применения последовательностных логических функций, а также временных булевых функций [3], при одновременном формировании логических переменных образуется особый результат, отсутствующий в случае совпадения (конъюнкции) переменных без совпадения во времени их передних фронтов. В то же время специальный указатель или оператор, позволяющий отобразить данную особенность в аналитической записи, пока отсутствует, несмотря на необходимость в нем. Поэтому логические зависимости для выходов исследованной схемы записываются аналогично программной реализации

$$y_1 = x_1 x_2 \vee y_2 \cdot x_1 x_2$$

ЛИТЕРАТУРА

1 Бороденко В. А. Описание последовательностных автоматов на основе аппарата комбинационной логики // Электрооборудование промышленных предприятий. -Горький, изд-воГПИ, 1985. - С. 119-123.

2 Бороденко В.А. Описание последовательностных элементов формулами комбинационной логики // Вестник ПГУ. - 2004. - №2. - С. 296-302.

3 Бороденко В.А. Некоторые вопросы применения временных булевых функций при описании релейных схем // Наука и техника Казахстана. - 2004. - №4. -С. 21-29.

|§ УДК 621.43.019.7

II ФИЗИКА НАГАРООБРАЗОВАНИЯ В ДИЗЕЛЯХ И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ

В.П. Василевский, И.О. Гордиенко

*Павлодарский государственный университет*III *им. С. Торайгырова*

I||| *Мақалада концерогендерді бөлу мен шикізат шығынының төмендететін эффективтік құралдарды және дизельдерде табиғи күйеқалыптасуын азайтатын жолдар зерттелді.*

III *Исследуются пути снижения природы нагарообразования в дизелях и эффективных средств снижающих расход топлива и выделение ;||I концерогенов.*

III|III *The ways of decreasing the nature of the snuff in diesel engines and efficient means, lessening the fuel expenditure and the isolation of carcinogens are investigated.*

Применение дизельных двигателей внутреннего сгорания в различных областях ставит весьма актуальную проблему надежности, долговечности топливной аппаратуры и деталей цилиндра-поршневой группы в целом. Однако выполнение этих требований затруднено тем, что в реальных условиях имеет место образование твердых несмываемых отложений - результат горения углеводородных топлив.

Решению этой проблемы помогут знания дисперсности и структуры дизельной сажи - основного компонента коксодержащихся отложений в распылителях и деталей цилиндра-поршневой группы. С целью определения влияния продуктов сгорания на коксообразование, в лабораториях кафедры «Двигатели и организация дорожного движения» ПТУ им. С. Торайгырова были проведены исследования дисперсности и структуры дизельной сажи, являющейся одним из основных компонентов коксовых отложений.

Для определения дисперсности и структуры дизельной сажи были отобраны пробы из выхлопного коллектора дизеля, джица поршня и внутренней поверхности распылителя. При этом снимался только поверхностный слой отложений во избежание попадания в пробу окалина, частиц металла.

Дисперсность первичных частиц дизельной сажи была определена с помощью электронного микроскопа в Научно-исследовательском институте техни-

ческого углерода г. Омск РФ, и ее средние характеристические параметры - расчетом по известным формулам, исходя из дисперсности первичных частиц.

Изучение препаратов дизельной сажи в электронном микроскопе при увеличении до $\times 36 \text{ ТО}^4$ показало, что проекции ее первичных частиц имеют сферическую форму. При этом наблюдаемые иногда проекции сплошных сажевых образований, указанных трех проб оказываются проекцией скоплений более мелких сферических частиц. Отдельные частицы сажи, пробы взятой из распылителей форсунок, имеют более осветленный оттенок, который по мнению специалистов НИИТУ, может представлять собой остатки полуразложившегося топлива от воздействия высоких температур.

Несмотря на обработку препаратов сажи ультразвуком, цепочки образованные первичными частицами не разрушались. Первичные сажевые структуры: наблюдались значительно реже, чем вторичные сильно разветвленные цепи первичных частиц. Было также отмечено небольшое количество первичных сажевых структур в виде отдельных скоплений первичных частиц не соединенных в цепи.

Для дизельной сажи оказалось характерно образование вторичных структур из отдельных цепочек не только в виде разветвленных цепей, но также и в виде плотных скоплений (сажевые конгломераты) отдельных цепочек, соединенных по-видимому, за счет адсорбционных сил. Часто сажевые конгломераты имеют форму круга.

С повышением температуры происходит интенсификация смолообразования и сажевыделения. Причем, отложения смол при температуре поверхности до 190°C вызываются наличием в топливе меркаптанов и особенно ароматических и адсорбированных смол, а при температуре выше 190°C интенсивность смолообразования и сажеобразования определяется окислением углеводородов топлива. Естественно предположить что при использовании легких топлив, насыщенных непредельными углеводородами, например бензины, бензольные смеси, процесс термического разложения происходит быстрее, так как интенсифицируется процесс теплообмена между газами и нагретыми поверхностями, что приводит к росту температуры в нагревательных устройствах. У дизельного топлива порог интенсивного термического разложения находится в пределах $210-220^\circ\text{C}$ на поверхности нагревательных устройств.

Термическую и химическую стабильность углеводородных топлив можно повысить применением гидроочистки. При этом все непредельные соединения гидрируются до предельных, а сернистые соединения - до сероводорода с последующим удалением его промывкой щелочью.

Важную роль в снижении термического разложения топлива и выделения канцерогенов оказывают присадки к топливу, повышающие его прогивоокисли-

тельные свойства. Как исследователи дальнего зарубежья, так и исследователи стран СНГ, показали высокую эффективность применения бариевой присадки «СП-2% «Дислип», которую авторы объясняют их моющедиспергирующими свойствами. Наши исследования показали достаточно хорошие результаты при работе дизелей на водотопливных эмульсиях с диаметром смещения капель воды с топливом до 7 мкм, при этом наблюдалось снижение удельного эффективного расхода топлива с 252 г/квт-ч до 211 г/квт-ч. содержание сажи в продуктах сгорания уменьшилось на 40%. Изменилась и структура нагара в цилиндре. Отмечено усиление его цвета до черного и появление рыхлости, в результате чего он легко удаляется в процессе газообмена.

I I УДК 681.2

И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ В II КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ • ОПЕРАЦИЯХ, КАК ОСНОВА УЕТРОЛО- 1 ГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

Н.С. Дудак, Д.А. Искакова

*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

III! Эр турлі мәлішерлердің өлшеулеріне арналған бақылау әдістерінде пайдаланған аспаптар зерттелген. Ерекшелікте байланыссыз құрылғыны пайдалану ретінде, акустикалық, радио толқындары, магнитті сиңіткіштер ретінде, акустикалық, радио толқындары, магнитті сиңіткіштер ретінде алдында оптикалық әдістерінде көп артықшылықтары бар. Лазерлік жүйелерін пайдаланған даму және жақсарту ретінде перспективті байланыссыз бақылау әдістері шығарылған.

Исследованы приборы, используемые в методах контроля для измерений различных величин. Оптические методы измерений обладают многими преимуществами перед такими, как акустические, радиоволновые, магнитные, в частности, использованием бесконтактных датчиков. Выявлены наиболее перспективные в развитии и совершенствовании с использованием лазерных систем бесконтактные методы контроля.

The devices used in a quality monitoring for measurements of various sizes are investigated. Optical methods of measurements possess many advantages before such as acoustic, radio wave, magnetic, in particular, use of contact less gauges. The most perspective are revealed in development and perfection with use of laser systems a contact less quality monitoring.

Современная концепция метрологического обеспечения производства предусматривает существенное расширение масштабов использования средств измерений и контроля в процессе изготовления изделий. Высокая степень автоматизации, возросшие требования к качеству привели к тому, что контрольно-измерительные операции, которые ранее рассматривались как необходимые, но вспомогательные работы, стали сегодня одними из основных. Они составляют более 40% от трудоемкости работ по изготовлению изделий. Для

оправдания столь больших затрат на измерения и контроль необходимо достижение производства, т.е. достижения значительных приращений в производительности, качестве и других показателях производства за счет совершенствования методов и средств измерений и контроля.

В области измерительной техники наибольшее количество типов приборов приходится на такую их долю, которая заключается в контроле линейных размеров в машиностроении и приборостроении. Из всего многообразия физических величин, измеряемых приборами выделяют линейные размеры, выраженные в диаметрах наружных и внутренних цилиндрических поверхностей, в расстояниях между плоскостями, в координатах криволинейных поверхностей, в размерах таких сложных поверхностей, как резьба, зубчатые колеса и др. Контроль размеров производится в разнообразных условиях, часто в очень неблагоприятных: в процессе обработки, в условиях движения, вибраций, высоких температур. Обычно измерения размеров деталей в машиностроении проводят относительным методом, что затрудняет использование одного и того же прибора для контроля различных по величине размеров, требует наличия мер настройки для каждого контролируемого размера.

В современном производстве при высоких требованиях к качеству изделий приборы контроля должны обеспечивать высокую точность и надежность контроля. Для получения наибольшей информации о поверхности контроль должен производиться во многих точках контролируемой поверхности.

В области измерительной техники возникла необходимость в широкодиапазонных измерительных приборах, позволяющих измерять абсолютным методом разнообразные по форме и сложности детали. Использование вычислительной техники для определения годности контролируемых деталей и в управлении технологическими процессами требует создания приборов с выдачей результатов в числовой форме.

Многообразие объектов контроля и условий, при которых производится контроль, требует большого количества разнообразных приборов, построенных на различных физических принципах.

Современные машиностроение и приборостроение предъявляют высокие требования к точности выпускаемых деталей, особенно в отношении таких отклонений формы, как отклонения от круглости, от цилиндричности, от конусности. Кроме отклонений, также строго контролируется взаимное расположение поверхностей. Также большое значение имеют следующие показатели точности, как: непрямолинейность образующей цилиндра и конуса, разностенность цилиндров, неплоскостность дисков и их разностенность, неплоскостность/биевание буртиков деталей, биевание контролируемой поверхности, отклонение от расположения диска и оси вала.

В современном производстве необходимо измерять и контролировать параметры вероятных источников возникновения брака - технологического оборудования, оснастки, инструмента, энергоносителей, технологических сред и т.д. Поэтому применяется большое количество средств измерений, выполненных часто в форме первичных измерительных преобразователей или датчиков, встроенных в технологические линии.

Развитие промышленного производства требует от производителей и пользователей технологического оборудования новых знаний, связанных с высокой степенью автоматизации этого оборудования. Без этих знаний невозможно ни создание конкурентной продукции машиностроения, ни грамотная эксплуатация или модернизация уже существующего оборудования. Важной составной частью любой системы управления являются ее органы чувств - датчики. Бурное развитие микроэлектроники приводит к постоянному совершенствованию средств регистрации. Появляются не просто сенсоры, а целые измерительно-анализирующие комплексы в корпусе датчика, которые помимо измерения могут проводить самодиагностику и самокалибровку, подстраивать и запоминать рабочие диапазоны, передавать результаты измерений в промышленную сеть и многое другое. Методы измерения и регистрации, казавшиеся раньше невозможными, теперь реализуются благодаря встраиванию внутрь датчика микро-контроллера.

Основная задача первичного измерительного преобразователя заключается в непосредственном измерении контролируемого параметра с образованием на выходе некоторой выходной величины, чаще всего электрического напряжения. Это выходная величина линейно зависит от контролируемого параметра и может изменяться плавно, либо принимать скачкообразные (дискретные) значения. Последнее зависит либо от размера контролируемого параметра, либо от того диапазона допуска, в пределах которого находится доминирующее значение этого параметра. Первичный преобразователь образуется из того или иного датчика, непосредственно воспринимающего величину контролируемого параметра.

Особенно большое значение приобретают датчики в гибких производственных системах, где они определяют в значительной мере и производительность труда, и уровень брака, и точность изготовления деталей.

При механической обработке линейно-угловые размеры деталей, выполняемых по 7-8 и более грубым квалитетам, могут быть обеспечены технологическими методами и средствами. Средства измерений используются при этом только в целях отладки производственного процесса и выборочного контроля при периодических проверках его точности. Более высокая точность изготовления достигается не только за счет прецизионного технологического оборудования, но и

путем ею периодической или непрерывной подналадки по результатам измерений и контроля, для чего используются многочисленные встроенные датчики.

Тем не менее масштабы использования датчиков в производственном процессе оказываются недостаточными. При выборе датчиков, необходимых для автоматизации производственного процесса, часто допускаются ошибки, поскольку конструкторам и технологам недостает знаний о современных средствах измерений и контроля производственного значения. По причине недостаточной надежности используемых датчиков, нехватки их в важнейших точках технологических линий последние используются лишь на 70% от своей потенциально возможной производительности.

Для сложных систем автоматического управления, где требуется наличие сотен и тысяч активных и пассивных логических элементов, транзисторная техника оказалась недостаточно надежной. Новое поколение надежной электронной техники начало развиваться после создания по особой технологии больших интегральных схем (БИС), оформленных в виде кристаллов, содержащего несколько десятков и даже сотен тысяч элементов, приходящихся на один квадратный сантиметр, при толщине кристалла, лежащей в пределах $(0,2^{A}0,3)$ мм.

В настоящее время большую актуальность приобрело создание быстродействующих автоматических устройств, способных измерять многочисленные параметры деталей или заготовок непосредственно в производственном потоке. В связи с этим возникает необходимость непрерывного расширения номенклатуры датчиков и измерительных преобразователей. Перспективно в этом отношении использование и применение микропроцессорной техники и микро ЭВМ, отличающиеся весьма малыми размерами, высокой надежностью и стабильностью.

Традиционные приборы, широко применяемые в настоящее время на заводах, производят измерения в небольшом числе точек контролируемой поверхности и не могут дать достаточно надежной информации о правильности геометрических параметров изготовленной детали. Существующие приборы (датчики) и способы не предусматривают комплексный контроль различных отклонений от правильной геометрической формы деталей, с пространственным расположением отклонений от правильной геометрической формы. Знание этих погрешностей необходимо для анализа причин, вызывающих эти погрешности, и прогноза работоспособности деталей в узле, исключая причины возникновения погрешностей.

Основным преимуществом оптических приборов по сравнению с другими приборами является возможность измерения размеров без механического контакта с объектом измерения на значительном расстоянии. Действие этих приборов основано на свойстве света: распространяться прямолинейно. Оптические приборы, построенные на законах геометрической оптики, дали возмож-

ность повысить точность отсчета по шкалам приборов, станков до десятых долей микрометра. Для бесконтактного контроля различных по сложности деталей применяются измерительные микроскопы и проекторы.

Широко используется в оптических приборах явление интерференции света для очень точных измерений длины концевых мер, неплоскостности и шероховатости поверхностей. С появлением лазеров открылись большие перспективы в развитии и совершенствовании оптико-электронных измерительных приборов. Большой объем информации вызвал необходимость оснащения оптико-электронных приборов специализированными вычислительными устройствами.

Таким образом, современные оптико-электронные приборы являются довольно сложными измерительными системами, имеющими высокую точность и быстродействие, способные решать довольно сложные и разнообразные задачи. В соответствии с этим используемые оптические приборы для контроля диаметров волокна, труб, сортового проката при диапазоне контролируемых значений от 0,05 мм до 10 мм, имеют погрешность измерения от 0,001 мм до 0,025 мм. Также для контроля диаметров труб, прутков, толщины стенок при диапазоне контролируемых значений от 10 мм до 100 мм, оптические приборы имеют погрешность измерения от 0,001 мм до 0,1 мм.

Получившие в настоящее время распространение понятия лазерный прибор, лазерные методы измерения подразумевают обычно то, что прибор имеет в качестве источника света лазер. Большое количество существующих лазерных приборов основано на принципах действия, разработанных для оптических приборов с обычными источниками света еще до появления лазеров.

В настоящее время у нас и за рубежом ведется большое количество работ по созданию оптико-электронных приборов для контроля линейных размеров. В большинстве случаев в этих приборах используются лазеры, но применяются также и обычные источники света. Существующие многочисленные приборы построены на самых разнообразных принципах действия, имеют различные эксплуатационные, метрологические возможности и области применения. Приборы, использующие в своей работе лазерные лучи, для контроля и измерения линейных величин при диапазоне контролируемых значений от 0,25 мм до 200 мм имеют погрешность 0,1 мкм до 300 мкм соответственно.

До последнего времени решение вопросов применения измерительных средств обычно сводилось к ряду очевидных практических рекомендаций.

Научно обоснованные методы применения оптико-когерентных измерителей могут быть построены на основе теории вероятностей и теории информации, которые позволяют построить математические модели взаимодействия объекта

измерения и измерительного прибора и решить задачи оценки правильности и эффективности применения измерителя на основе учета оптимальных ситуаций.

Современные технологии в промышленности требуют повышения метрологических, динамических и эксплуатационных характеристик измерительной техники и, соответственно, перехода на бесконтактные методы, особенно в области линейных измерений. Бесконтактные методы контроля и измерения предпочтительнее в том случаях, когда необходимо производить измерения в тех местах, когда доступ к объекту измерения затруднен, также, когда поверхность обработанной детали имеет очень малую шероховатость (по теории - не имеет шероховатости) и использование какого-либо контактного прибора может привести к нарушению чистоты поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаренко В.В. Бесконтактные оптико-электронные приборы.-Омск: Омский политехнический институт, 1981.-60 с.
2. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика.-М.: Машиностроение, 1995.-488 с.
3. Кёбнер Г, Промышленное применение лазеров. - М.: Машиностроение, 1988.-280 с.

II УДК 624.074.43

**НЕЛИНЕЙНЫЕ ЗАДАЧА ТЕОРИИ
НЕОДНОРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК
|| НЕРЕШЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ****С.К. Ельмуратов***Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова*

ШШ Аталган жұмыста өзгеретін қаттылықтың жауға әр текті қабатты есептеуде теорияның сызықты емес есебі қолданылады. Ол қаттылық жылыжуының қызметінен коварианттың жүргізудің аппроксимациялау сәйкессіздігін жоюды қамтамасыз етеді.

§Ш: В настоящей работе используются нелинейные задачи теории при расчете тонких неоднородных оболочек переменной жесткости. Это позволяет исключить погрешность аппроксимации ковариантных производных от функции жестких смещений.

The nonlinear sums of theory on calculation of thin heterogeneous coverings of variable rigidity are used. It allows to exclude the error of approximation of covariant derivatives from hard displacements function.

При расчете тонких неоднородных оболочек; переменной жесткости в большинстве случаев невозможно применить аналитические методы. Решение таких задач обычно выполняется численными методами. Наиболее широко при расчете тонких оболочек и пластин используются метод конечных разностей, вариационно-разностный метод, метод конечных элементов и другие методы, ставшие уже традиционными. При расчете оболочек этими методами задача сводится к получению скалярных дифференциальных соотношений, описывающих поведение исследуемого объекта и дискретизации полученных соотношений каким-либо численным методом.

В настоящей работе используется разностная схема, позволяющая перейти от векторных дифференциальных соотношений теории оболочек к системе алгебраических уравнений. Применяется дискретизация векторных дифференциальных соотношений в системе криволинейных координат, которая полностью исключает погрешность аппроксимации ковариантной производной от вектор-функции жестких смещений [1,2,3].

Исключение погрешности аппроксимации ковариантных производных от функции жестких смещений элементов оболочки приводит к значительному улучшению численных результатов расчета оболочек и пластин на устойчивость и динамику по предлагаемой схеме - методу криволинейных сеток (МКС) по сравнению с результатами, полученными методом конечных разностей [1-4]. Уравнения равновесия и движения оболочки и их дискретизация на основе МКС даны в работах [2,3,4].

На основе предлагаемой численной схемы - метода криволинейных сеток разработан комплекс программ на языке Turbo Pascal для расчета ортотропных оболочек и пластин переменной толщины на устойчивость, собственные и вынужденные колебания. Для оптимального использования программ все входящие в комплекс подпрограммы оформлены в виде загрузочных модулей. Подпрограммы представляют независимые блоки, выполняющие промежуточные операции при расчете тонкостенных конструкции. Главным образом - это операции по формированию систем уравнений МКС для различных классов задач расчета оболочек и пластин (устойчивость, собственные колебания, изгиб, вынужденные колебания). Исследования сходимости для задач устойчивости оболочек выполнены ранее и даны в работах [1, 5, 6]. Далее исследована сходимость МКС применительно к задачам динамики оболочек [3, 4]. После этого решались задачи по собственным и вынужденным колебаниям пластин и оболочек с учетом сил в срединной поверхности. Рассмотрим нелинейные колебания цилиндрической ортотропной оболочки-панели при действии сжимающих сил в срединной поверхности. Нагрузка действует вдоль образующей. Граничные условия приняты комбинированными: по торцам сочетаются жесткое защемление и шарнирное опирание на половине стороны, вдоль прямолинейных сторон принято шарнирное опирание (рисунок 1). Прямоугольная в плане оболочка исследуется, при следующих исходных данных:

$$\begin{aligned} E_1 &= 1,5 \cdot 10^3 \text{ кН/см}^2; & E_2 &= 3,2 \cdot 10^3 \text{ кН/см}^2; \\ G &= 0,7 \cdot 10^3 \text{ кН/см}^2; & \nu_1 &= 0,11; \nu_2 = 0,22; \rho = 1,6 \end{aligned}$$

Кривизна оболочки в направлении координатной оси x принята $k_x = \psi$. Нагрузка, приложенная по торцам оболочки, будет меняться от нуля до своего критического значения.

Исследуем вначале собственные колебания незагруженной оболочки. Построим амплитудно-частотную зависимость $W^{-\nu_0}$, которая приведена на рисунке 1. Здесь W - амплитудное значение прогиба, $\nu_0 = \frac{\omega}{\omega_0}$ - отношение частоты нелинейных колебаний оболочки к частоте основного тона линейных колебаний. На

графике отмечены четыре характерные точки для частоты собственных колебаний оболочки. Точка 1 соответствует частоте основного тона линейных колебаний, при этом $\nu^0 = 1$, Точка 2 характеризует момент, когда частота нелинейных колебаний достигает своего наименьшего значения ($\nu^0 = 0,75$). Это означает, что в оболочках, в отличие от пластин, на первом этапе увеличения прогибов наблюдается уменьшения частоты собственных нелинейных колебаний. Это имеет большое значение при исследовании резонанса в тонких оболочках. В точке 3 частота нелинейных колебаний сравнивается вновь с частотой линейных колебаний. Наконец, точка 4 соответствует наибольшему значению частоты собственных нелинейных колебаний ($\nu^0 = 1,65$). При этом значение амплитудного прогиба достигает значения $W = 6 \text{ her}$, где her - толщина оболочки в середине пролета. Отмеченные нами точки будут играть существенную роль при исследовании колебаний оболочки с учетом сил в срединной поверхности.

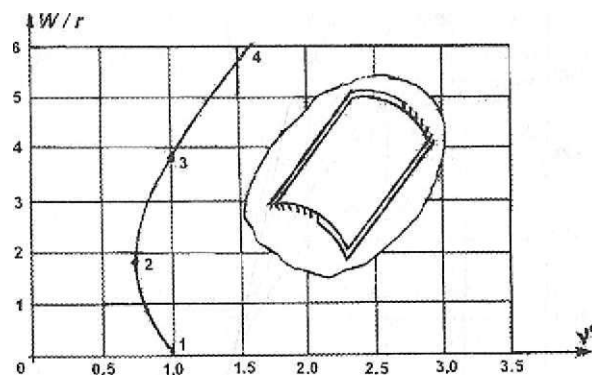


Рисунок 1 - Амплитудно-частотная зависимость для ортотропной цилиндрической оболочки с комбинированными граничными условиями

Исследуем теперь колебания оболочки при действии сжимающей нагрузки в ее срединной поверхности. Рассмотрим вначале колебания сжатой оболочки при малых прогибах, то есть линейную задачу. Будем менять сжимающую нагрузку от 0 до $K_{кр}$ и строить зависимость частотных характеристик ν^0 от величины сжимающей нагрузки.

Построим теперь аналогичную зависимость "нагрузка - частота" для случая наименьшего значения частоты нелинейных колебаний оболочки, которой на рисунке 1 соответствует точка 2. В этом случае при $K/K_{кр} = 0$ отношение частот $\nu^0 = 0,75$, а амплитудное значение прогиба $W = 1,8 her$. При этих исходных пара-

метрах будем загружать оболочку сжимающей нагрузкой строить зависимость "нагрузка - частота". Она представлена на рисунке 2 в виде кривой 2.

Рассмотрим момент колебания оболочки, соответствующий наибольшему значению частоты нелинейных колебаний. На рисунке 1 - этому моменту соответствует точка 4. Для этой точки $\omega/\omega_0 = 1,56$, а значение амплитудного прогиба $W \sim 6$ гер. Построим для этого случая зависимость "нагрузка - частота". На рисунке 2 эта зависимость отражена кривой 4.

На рисунке 2 эта зависимость приведена в виде кривой 1 (сплошная линия).

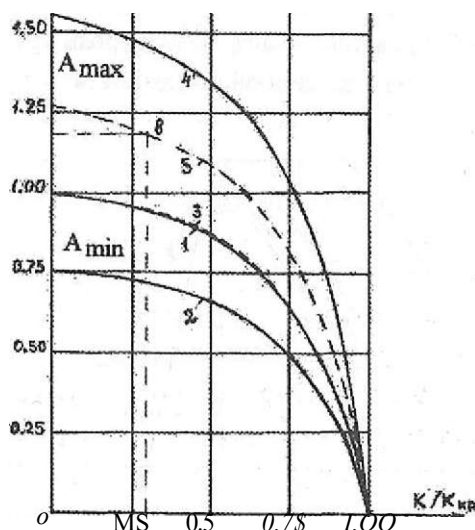


Рисунок 2 Внешние сжимающих усилий на нелинейные колебания оболочек

Особо нужно отметить точку 3 (рисунок 1), когда частота нелинейных колебаний равна частоте основного тона линейных колебаний. Однако, амплитудное значение прогиба достигает в этом случае значения $W = 3,8$ гер, тогда как при линейных колебаниях W меньше гер. Зависимость "нагрузка - частота" для этого случая приведена на рисунке 2 пунктирной кривой 3. Она практически совпадает с кривой 1.

Анализируя полученные графики, можно отметить, что если кривая 1 отражает линейные колебания сжатой оболочки, то зона ограниченная кривыми 2 и 4 и вертикальной осью определяет область нелинейных колебаний сжатой оболочки. Причем, та ее часть, которая ограничена кривой 2 снизу и кривой 1 сверху

определяет область нелинейных колебаний, соответствующих наименьшим частотам основного тона собственных колебаний сжатой оболочки. Обозначим ее A_{min} . Та часть, которая ограничена снизу кривой 1, а сверху кривой 4, определяет область нелинейных колебаний, соответствующих наибольшим частотам основного тона собственных колебаний сжатой оболочки. Причем, любая точка из областей $A_{гаш}$ и $A_{тах}$ имеет физический смысл. Например, произвольно взятая точка "Б" из области $A_{тах}$ принадлежит этой области и одновременно лежит на кривой 5. Эта кривая приведена на рисунке 2 пунктирной линией и представляет график зависимости "нагрузка - частота" при начальном значении $\omega/\omega_0 = 1,25$. На этой кривой точке "Б" соответствует сжимающая нагрузка $K/K_{кр} = 0,3$.

Полученные зависимости для колебаний сжатой оболочки очень важны, так как они определяют область возможных резонансов при нелинейных вынужденных колебаниях оболочки. При этом, область A_{min} лежит ниже резонансной линии линейных колебаний. Это приобретает особое значение при проектировании тонких оболочек, подверженных динамическим нагрузкам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жадрасинов Н.Т. Нелинейная деформация составных оболочек.-Алматы: Гылым,1998.
2. Ельмуратов С.К. Жадрасинов Н.Т. Численное исследование тонких пологих оболочек методом криволинейных сеток //Труды университета. Караганда: КарГТУ, 2005.- Вып.3.
3. Ельмуратов С.К. Расчет тонких оболочек и пластин на устойчивость и динамику // Вестник ПТУ им.С.Торайгырова.- серия "Физика и математика". - 2005,-Вып.3.
4. Ельмуратов С.К. Исследование устойчивости и колебаний тонких оболочек и пластин методом криволинейных сеток // Поиск.-Серия естественных и технических наук. - 2005,- № 4.
5. Гоцуляк Е.А., Ермишев В.Н., Жадрасинов Н.Т. Сходимость метода криволинейных сеток в задачах теории оболочек // Сопротивление материалов и теория сооружений. - Киев: 1981.- Вып.39.
6. Ельмуратов С.К. Нелинейная устойчивость пологих оболочек // Качество. Инновация. Наука. Образование: Материалы международной научн,- тех.-конференции, посвященной 75 -летию СибАДи. - Омск: СибАДи, 2005-Кн. 1

УДК 621.879.48

II ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ III ЭКСКАВАЦИОННЫХ МАШИН С БЕСКОВШОВЫИ РОТОРОМ НИЖНЕЙ РАЗГРУЗКИ

С.К. Жумадилов, А.Ж. Тайшубекова

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайырова

III Ожаусыз ротордың томенгі түсіруімен экскавациялық машиналардың конструкциялық ерекшеліктері қарастырылады.

*|||| Рассматриваются особенности конструкций экскавационных машин
ЩШ с бесковшовым ротором нижней разгрузки.*

The article deals with the structure peculiarities of excavators with bucketless rotor of lower unloading.

Земляные и открытые карьерные разработки в республике Казахстан занимают значительное место в общем объеме строительных работ и отличаются по объемам и условиям выполнения,

В связи с этим повышению эффективности экскавационных машин уделяется большое внимание: совершенствуются существующие и создаются новые конструкции. Интенсивные научно-исследовательские работы, по созданию высокопроизводительных экскавационных машин с бесковшовыми роторами нижней разгрузки ведутся под руководством д.т.н, проф. Нуракова С.Н. в Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева, по результатам которых созданы и испытаны опытные образцы машин различных конструкции, получены патенты и авторские свидетельства на изобретения.

Анализ исследований и использования роторных экскаваторов при разработке прочных и мерзлых грунтов, крепких пород и углей, показывает значительную динамичность процесса копания, что ведет к снижению производительности и неустойчивой работе экскаваторов. Стремление повысить усилие копания и снизить динамичность влечет за собой усиление металлоконструкции и, как следствие, прогрессивное увеличение массы машины.

Исследования доктора технических наук, профессора С.Н. Нураков показали преимущества р.э.с. бесковшовым ротором нижней разгрузки (рисунок 1) на рисунке показан один из вариантов ходовую часть 1, полноповоротную платформу 2 с надстройкой, к которой консольно и шарнирно крепится цельная часть стрелы 3 и шарнирно-сочлененная ее часть 4 с инерционным ротором на конце 5. Приемный конвейер 6 с лотком на конце 7 устанавливается за ротором в плоскости его вращения и может составлять или одно целое со стрелой.

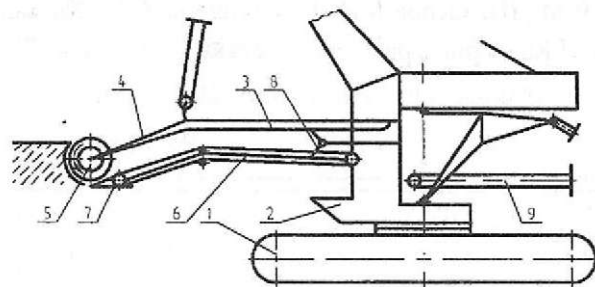


Рисунок 1 Конструктивная схема экскаватора с инерционным ротором нижней разгрузки

При цельной стреле и автономном шарнирно-сочлененном конвейере лоток шарнирно подвешивается на двух тягах к оси ротора по обе его стороны с возможностью вращения вокруг ротора при постоянном зазоре между ними, а установка лотка в требуемое положение при изменении угла наклона стрелы производится с помощью трехфазного механизма 8 шарнирно соединяющего стрелу, основную раму конвейера и надстройку.

Колебания рабочего оборудования, отличающимися от колебаний традиционных экскаваторов в силу направленности реакции от копания "снизу вверх".

Особенностью новой конструкции рабочего органа роторно-транспортной машины для послойной разработки забоя является наличие метателя, вращающегося с большой скоростью.

Рабочие частоты вращения метателя необходимо назначить не только по заданной производительности и дальности транспортирования, но и исходя из его критических скоростей, при которых значительно возрастают прогибы вала, что вызывает большие динамические нагрузки на опоры и их ускоренный износ, а также может привести к серьезным авариям, представляющим опасность для обслуживающего персонала.

Предлагаемый метод определения критических скоростей и динамических нагрузок позволяет учитывать особенности конструкции ротора, в частности, влияние характеристик опор.

По разработкам д.т.н., профессора С. Нуракова получены патенты и авторские свидетельства на изобретения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нураков С. Экскавационно - погрузочные машины с инерционным ротором нижней разгрузки. Акмола: Жана Арка, 1995. - 212 с.
2. Владимиров В.М., Шендеров А.И., Калашников Ю.Т., Хазанет Л.Л., Слизкий П.И., Серда Г.Л. Карьерные роторные экскаваторы. - Киев: Техника, 1968. - 282 с.

II УДК 621.879.48

И ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ, МАШИН С ИНЕРЦИОННЫЕ И РОТОРНОЙ НИЖНЕЙ РАЗГРУЗКИ

С.К. Жумадилов, А.Ж. Тайшубекова

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Мақалада инерциондық ротордың төменгі тусіруі приводында жүктеме динамикасының есептеу мәселесі және жерді қазатын мен карьерлік машиналардың эффективтілігін арттыру әдістері зерттелді.

Исследуются методы повышения эффективности землеройных и карьерных машин и решения вопросов динамичности нагрузок в приводе инерционного ротора нижней разгрузки.

The author investigates the methods of increase of effectiveness of earth-moving and quarry machines and solution the questions of dynamics of load in transmission of inertial rotary table of lower unloading.

Наблюдаются тенденции использования роторных экскаваторов при разработке более прочных и мерзлых грунтов, крепких пород и углей. При этом установлена значительная динамичность процесса копания, что ведет к снижению производительности и неустойчивой работе экскаваторов. Стремление повысить усилие копания и снизить динамичность влечет за собой усиление металлоконструкции и, как следствие, прогрессивное увеличение массы машины при недостаточном росте производительности.

Основной проблемой стрелового роторного экскаватора с инерционным ротором нижней разгрузки, являлись вопросы динамики.

Динамичность нагрузок в приводе инерционного ротора нижней разгрузки в существенной мере зависит от ширины и площади поперечного сечения стружки и менее значительно увеличивается с повышением скорости копания

В связи с этим важным элементом комплексных экспериментальных исследований было установление динамических нагрузок и колебаний в приводе ротора и металлоконструкции экскаватора, появляющихся вследствие увеличения снятия стружки.

При эксплуатации экскаватора вертикальные и горизонтальные перемещения самого ротора и стрелы вызывают динамическую нагрузку, напрямую оказывающую влияние на привод самого ротора, а также на привод конвейера. Незначительное влияние имеет на механизм поворота и выдвижение стрелы.

Работа привода ротора характеризуется непрерывными колебаниями нагрузки на валу двигателя. Если механическая характеристика привода мягкая, то непрерывные изменения нагрузки вызывают соответствующие изменения скорости двигателя, а это, в свою очередь, может привести к нежелательным колебаниям. Кроме того, при снижении скорости ротора увеличивается ширина стружки, а, следовательно, и необходимый статистический момент на валу двигателя. Поэтому механическая характеристика привода ротора должна быть жесткой.

В связи с этим повышению эффективности землеройных и карьерных машин уделяется большое внимание: совершенствуются существующие и создаются новые конструкции, ведутся интенсивные научно-исследовательские работы. По созданию высокопроизводительных экскавационных машин с бесковриговыми роторами нижней разгрузки, которые ведутся в Казахской Академии транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева и в Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева, по результатам которых созданы опытные образцы машин различных конструкции, защищены докторские и кандидатские диссертации, получены патенты и авторские свидетельства на изобретения, имеются многочисленные публикации в виде статей и монографий, работы в рамках республиканской программы «Научно-технические проблемы машиностроения и создание высокоэффективных машин и аппаратов», и в соответствии с планом научно-исследовательских работ Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева.

Метод решения такой проблемы требует после тщательного проведения дополнительного расчета на ЭВМ использовать;

- создать математическую модель на ЭВМ;
- совершенствование рабочих органов, режущих элементов и их креплений;
- для погашения динамических нагрузок введение демпферов в привод и предохранительных устройств;
- проработка автоматизации и управления;
- защита при стопорении;
- оптимизация режимов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нураков С. Экскавационно - погрузочные машины с инерционным ротором нижней разгрузки. - Акмола., Жана Арка, 1995. - 212 с.
2. Владимиров В.М., Шендеров А.И., Калашников Ю Г., Хазанет Л, Л., Слизкий П.И., Серда Г. Л. Карьерные роторные экскаваторы. - Киев: Техника, 1968. -282 с.

УДК 624.15:69.034.96

ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАЩИТЫ И ЗДАНИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ

В.А. Козионов

*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

III; *Ғимарат фундаменттерінің негізбен өзара ықпалын оның батыру қорған ысы кезінде есептейтін моделдеу әдістемесін қалыптастырады.*

i || *Разработана методика моделирования, которая учитывает взаимодействия фундаментов зданий с основанием при защите их от подтопления.*

||||
NI *The author devises simulation method which considers the interaction*
ipfi *between house footings and its foundation on their underflooding protection.*

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы существенно обострились проблемы эксплуатации городских территорий, связанные с подтоплением. Развитие подтопления при неблагоприятном сочетании его факторов часто приводит к возникновению экстремальных ситуаций, спектр последствий которых весьма широк: от ухудшения условий проживания людей до катастрофического обрушения зданий [1]. Основным мероприятием по защите зданий от подтопления на длительную перспективу является водопонижение с помощью различных по конструкции дренажных систем.

Серьезной проблемой осуществления защитных мероприятий в этом случае является возникновение дополнительных осадок грунта, связанных со снятием взвешивающего действия воды при искусственном водопонижении и деформациями вследствие этого прилегающей застройки. Наиболее распространенные в практике гидрогеологические расчеты рассматривают дренирование территорий в рамках инженерной подготовки их к строительству [2], а также при обосновании технологий городского строительства [1]. Имеющиеся формульные зависимости [3] и др., не учитывают при определении осадки грунта от водопонижения особенности напряженно-деформированного состояния (НДС) основания и сооружения. В то же время СНиП РК [4] содержит указания о

необходимости учета влияния понижения уровня подземных вод (УПВ) на существующие сооружения и окружающую среду, что обуславливает необходимость точно-го определения осадок, В особенности это относится к условиям плотной городской застройки, защите ответственных зданий и памятников архитектуры. Таким образом, актуальной является задача разработки методики моделирования, которая учитывает взаимодействие фундаментов зданий с основанием при защите их от подтопления.

ПОСТАНОВКА И АНАЛИЗ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Основной задачей расчетных мероприятий является разработка математической модели геотехнической системы "здание - основание - дренаж" и выбор на ее основе управляющих параметров системы водопонижения, позволяющих обеспечить нор-мальное функционирование окружающих зданий.

Очевидно, что решение этой задачи зависит от специфики гидрогеологических условий площадки водопонижения. Значительное влияние оказывают также последствия подтопления: просадка, набухан не, суффозия и др. Существенной является роль проектно-технологических факторов, характеризующих геотехническую категорию объекта, значения предельно допускаемых деформаций основания, отклонения от проектных решений по конструктивной схеме и технологии работ. Для существующих объектов необходимо учитывать еще и эксплуатационно-технические факторы, характеризующие показатели технического состояния несущих элементов зданий, значения предельных дополнительных деформаций оснований.

Неучет приведенной специфики взаимодействия зданий с основанием при водопонижении может привести к катастрофическим последствиям. Такая ситуация возникла при строительстве магазина с кафе в г. Павлодаре (рисунок 1). В августе 2004 г. произошло обрушение одного из торцов здания.

Объект аварии представляет собой отдельно стоящее двухэтажное здание с подвалом и чердаком. Размеры в осях 24.0 12.0 м. Высота первого и второго этажей -3.30 м, высота подвала - 2.70 м, чердака - 2.60 - 3.0 м. По данным инструментальной съемки зафиксированы просадки оснований и фундаментов. Максимальные значения деформаций достигают 110 мм, что больше допускаемых.

По данным обследования установлено, что наиболее вероятной причиной возникновения аварии является затопление подвала из дворовых водоотводящих систем через канализационную трубу выпуска здания и возникновение при снижении уровня воды суффозионных и просадочных деформаций грунтов. Возможность их возникновения могла быть обусловлена сохранившейся водоотводящей системой фонтана, существовавшего ранее на месте здания. Наряду с этим отмечаются и недостатки в выполненных работах по строительству здания.

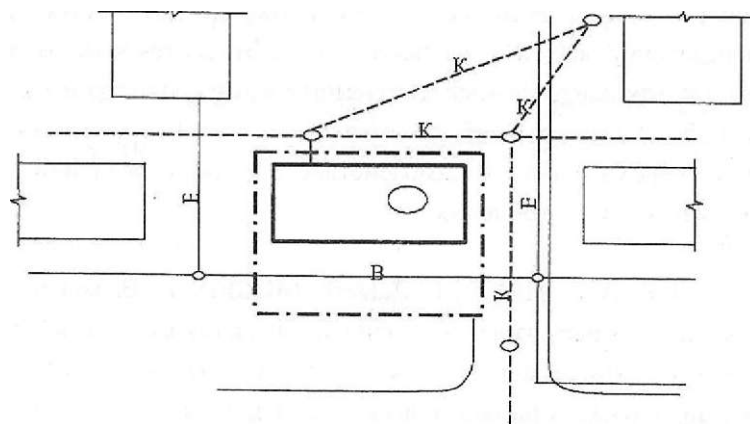


Рисунок 1 Схема аварийной ситуации здания

Таким образом, при моделировании взаимодействия фундаментов с основанием необходимо учитывать многофакторность процесса подтопления и осушения, неполноту информации о гидрогеологических, инженерно-геологических, технологических и технических условиях возведения и эксплуатации объектов, а также сложный синергетический характер влияния определяющих факторов.

КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Основываясь на концепции [5], строительный объект и часть взаимодействующей с ним геологической среды (геотехническая система - Г) можно разделить на два типа взаимосвязанных между собой подсистем первого порядка: конструктивную (К) и функциональную (Ф). Под конструктивной подсистемой понимается совокупность ее подсистем второго порядка: основание и здание, штоторой поставлен в соответствие упорядоченный набор множеств $K - \langle C, F \rangle$, где C - структура системы; F - функционирование системы; $\langle \rangle$ - знак эмерджентности. Подсистема <здание> состоит, в свою очередь, из двух подсистем третьего порядка: <фундамент> и <надфундаментная конструкция>. Каждая из них представляется в виде несущих конструктивных элементов (НКЭ) и расчетных конструктивных элементов (РКЭ). Комплекс РКЭ образует расчетные модели <фундамент> и <надфундаментная конструкция>. В подсистеме <основание> выделяются инженерно-геологические элементы (ИГЭ) и расчетные грунтовые элементы (РГЭ). Комплекс РГЭ образует геомеханическую модель основания.

Основное назначение функциональной системы (Ф) состоит в достижении заданного результата функционирования системы (К). В конструктивном отноше-

нии она представляет собой совокупность устройств и средств, предназначенных для приема, откачки и отвода подземных вод с целью понижения их уровня. Для решения целевой задачи моделирования выделяется подсистема «подземные воды». Тогда в модельном отношении функциональная система это - гидравлический управляемый элемент в гидрогеодинамической модели системы.

Используем для оценки функционирования геотехнической системы (Г) совокупность показателей совместной работы здания и основания, реализуемых в подсистеме <фундамент> - осадки, крен, прогиб, выгиб, относительная разность осадок, кривизна и др. Введем некоторый набор целевых функций $Y, (Г), Y_2(t) \dots 7, (t)$, характеризующих эти показатели

$$Y(t) = F_s(U, cXt), \quad (!)$$

где $U(t) = Q_{xj} \{U_2(t), \dots, U^{\wedge}(t)\}$ - входные воздействия на систему; $C(f) = (C_r(f) j C_2(*) \cdot -C, c(0))$ - показатели свойств и конструктивных параметров системы; $X(f) = (X, (t), X_2(t), \dots, X_{nv}(r))$ - совокупность управляющих параметров системы водопонижения; F_s - закон функционирования системы; t - время.

Тогда задачу обеспечения условий устойчивого функционирования системы (Г) при водопонижении можно сформулировать следующим образом: при некоторых начальных сведениях об $C_H(f_0)$ и $U_H(t_0)$ обеспечить соблюдение условия $Y_0 < 7(0) \max < Y_v$ путем задания управляющих воздействий $X(t)$ в рамках устанавливаемых ограничений. Здесь Y_b - предельно допускаемые параметры совместной работы здания и основания [4, с. 80]. По существу, это задача стабилизации системы (Г) при техногенных воздействиях. Для ее решения используется следующий подход. Определяется значение времени $t = T$, при котором происходит стабилизация системы, т.е. $Y_i(!) = 0$. Для системы (Г) это означает стабилизацию фильтрации (переход в стадию установившегося режима) и НДС здания и основания. С помощью управления $X(t)$ система Г в интервале $t_0 < t \& T$ переводится в состояние $Y(T) < Y_L$. При времени $t > T$, управление осуществляется с использованием данных службы мониторинга.

Модель (1) характеризуется следующими основными чертами:

- наличием цели моделирования, которая выступает как ведущий фактор построения модели системы;
- представляет объект моделирования в виде динамической, регулируемой системы, состоящей из совокупности неоднородных подсистем и элементов, обладающих внутренним единством связи;
- обладает свойством многомодельности, т.е. характеризуется совокупностью моделей ее описания (геофильтрационная, гидрогеодинамическая, геоме-

ханическая, расчетная модель сооружения, ситуационная и др.), объединенных между собой по принципу иерархии результатов;

- наличием неопределенности, т.е. отсутствием полной известности о ходе процесса, параметрах внешних воздействий и др., что учитывается в рамках ситуационного моделирования;

- итеративностью построения, т.е. пропорционально-последовательным продвижением по этапам и направлениям создания модели и др.

Приведенные выше особенности модели (1) ограничивают широкое использование классических решений по управлению и регулированию систем. Это обосновывает, на наш взгляд, применение в расчетном анализе водопонижения функционально-системного подхода на основе методов математического моделирования и факторного анализа [6]. Эффективное решение таких задач возможно путем проведения серий численных экспериментов с совокупностью расчетных схем взаимодействия фундаментов с основанием при различных параметрах $X(t)$ •

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

При анализе водопонижения, обычно, выделяют две стадии фильтрации воды: нестационарная и стационарная [1, с. 122]. Непрерывный процесс понижения УПВ в нестационарной стадии фильтрации представим состоящим из отдельных его стационарных положений. Такой подход часто применяется в расчетном анализе НДС грунтовых оснований и дает возможность, в рассматриваемом случае, представить формулу (1) в виде факторной модели, широко используемой при моделировании систем [7, с. 212]

$$y = b_0 \cdot X_1^{b_1} \cdot X_2^{b_2} \cdot \dots \cdot X_n^{b_n} \quad (2)$$

где X_1, X_2, \dots, X_n - варьируемые факторы, т.е. параметры водопонижения в стационарных положениях УПВ; $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ - неизвестные коэффициенты при факторах X_n .

Модель основания принимается:

а) для зоны осушения как квазиоднофазная среда с наиболее адекватной опытным данным механико-математической моделью,

б) для зоны насыщения - модель фильтрационной консолидации грунта.

При использовании уравнений фильтрационной консолидации наряду с обычными краевыми условиями необходимо поставить граничное условие на неизвестной и подвижной границе подземных вод [8, с. 209].

В случае медленного роста зоны осушения поровое давление в зоне насыщения от дополнительной нагрузки, вследствие "утяжеления" грунта, практически

не возникает. Поэтому здесь для описания НДС основания возможно использование уравнений квазиоднофазной среды. Данный вариант развития процесса водопонижения используется в рассматриваемой ниже методике моделирования.

Модель фундаментной конструкции формулируется в рамках модели основания, как элемент неоднородности с повышенными, по сравнению с грунтом, характеристиками. Для гибких фундаментных конструкций используются различные дифференциальные уравнения изгиба. В наиболее адекватных моделях фундамент рассматривается в рамках подсистемы <здание>.

Модель движения подземных вод принимается:

а) для гидравлической схемы Ж. Дюпюи (уравнение Буссинеска) [1, с. 88]

где H - мощность грунтовых вод от горизонтального водоупора; co - инфильтрационное питание подземных вод; t - время; $k(x, y)$ - коэффициент фильтрации водоносного грунта, β - коэффициент гравитационной емкости.

б) в рамках гидродинамического подхода для жесткого режима фильтрации [1, с. 91]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = \beta \frac{\partial h}{\partial t}$$

где H - мощность вод от горизонтального водоупора; t - время; k_x, k_y, k_z - коэффициенты фильтрации водоносного слоя грунта в направлении осей x, y, z ;

Традиционные методики фильтрационных расчетов на основе уравнений (3) и (4) приведены в Справочном пособии к СНиП [2, с. 137]. Для сложных расчетов используются методики компьютерного моделирования [1, с. 237].

Основными регулируемыми параметрами системы еодопонижения $X_i(i)$ считаются: расстояние от депрессионной кривой до подошвы фундаментов; расстояние от системы еодопонижения до здания, глубина и зона атиания системы, режим работы водоприемника (постоянный уровень или приток воды) и др.

Под воздействиями $t_i(t)$ *в формуле (1) понимаются:* эффективные дополнительные напряжения, возникающие за счет снятия гидростатического взвешивающего давления - p_c и действия гидродинамического давления - p_{zd} , а также капиллярного давления - p_k .

ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Принципиальная схема технологии моделирования защиты зданий с учетом взаимодействия фундаментов с осушаемым основанием и использованием дан-

ных [1, с. 110], представлена на рисунке 2. Решение модельных задач по приведенной схеме выполняется с учетом следующих особенностей.

1 Для анализа функционирования системы (2) используется комбинированный системотехнический принцип [7, с. 96]. Для построения депрессионных кривых водопонижения используется принцип Д/, т.е. определяются последовательные их положения через заданные интервалы времени Δt . Далее устанавливаются характерные положения УПВ и, принимая их за стационарные состояния, выполняется численный анализ НДС системы «фундамент - основание».

Циклы обратной связи Шаги Результаты

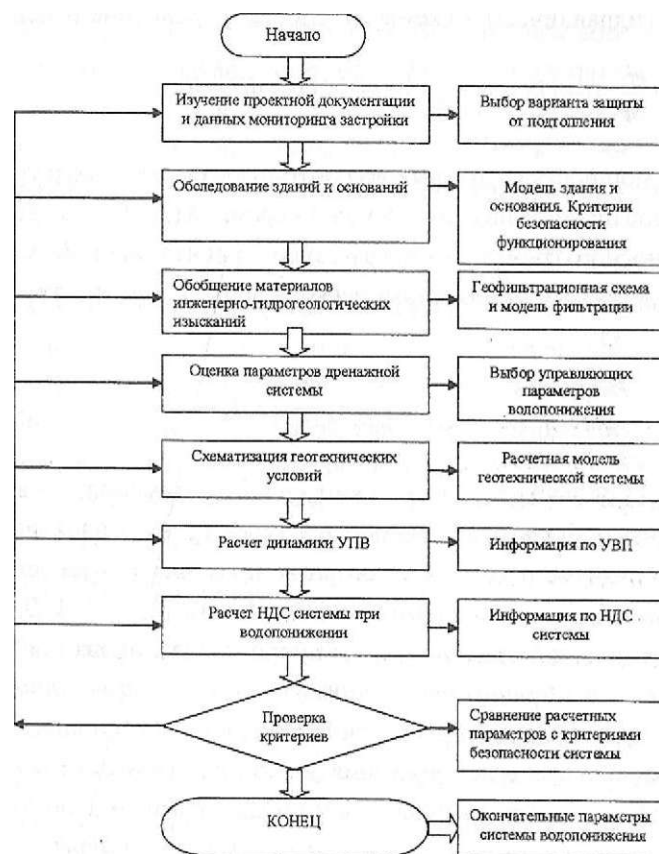


Рисунок 2 Технологии моделирования защиты здания от подтопления с учетом взаимодействия фундаментов с основанием

2 Функции (2) принимаются вначале в виде полиномов первой степени

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_n X_n + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + \dots + b_{1n} X_1 X_n + \dots \quad (5)$$

3 Нормированием факторов X_i полином (5) приводится к виду

$$Y_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n + b_{n+1} x_{n+1} + \dots + b_m x_m, \quad (6)$$

где $x_1 \dots x_n$ - основные нормированные факторы ядра плана эксперимента; $x_{n+1} \dots x_m$ - дополнительные факторы плана эксперимента, учитывающие взаимодействия основных факторов $x_1 \dots x_n$; b_0, b_1, \dots, b_m - неизвестные коэффициенты при указанных факторах.

4 Проведение расчетов осуществляется численными методами.

5 Определение неизвестных коэффициентов b_i уравнения (6) осуществляется из матричного соотношения [9, с. 318]

$$\{b\} = ([x]^T [x])^{-1} \cdot [x]^T \cdot \{Y\}, \quad (7)$$

где $[x]^T$ - транспонированная матрица факторов.

6 Проверка адекватности полученных функций значениям откликов внутри факторного пространства производится для его центра, т.е. $Y_m = b_{0m}$. Если отличие менее 5%, то система адекватна, иначе нужно перейти к численному эксперименту второго порядка.

7 Определяются экстремумы функций (2). Проверяются условия устойчивого функционирования системы, т.е. $Y_{\text{н}} \leq Y_a$, где Y_n - предельно допускаемые по нормам значения параметров совместной работы здания и основания.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сологаев В.И. Фильтрационные расчеты и компьютерное моделирование при защите от подтопления в городском строительстве. - Омск: СибАДЙ, 2002. - 416 с.
- 2 Прогнозы подтопления и расчеты дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях. - М.: Стройиздат, 1991. - 272 с.
- 3 Монахов С.А Влияние противофильтрационных мероприятий на уровни подземных вод//Основания, фундаменты и механика грунтов. -2001.-№4.-С. 15-18.
- 4 СНиП РК 5.01-01-2002 Основания зданий и сооружений. - Астана: Комитет по делам строительства МИИТ РК, 2002. - 82 с.
- 5 Волков А.А. Гомеостат строительных объектов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. -2001,- №12.-С. 28-29.
- 6 Козионов В.А. Методика численного моделирования взаимодействия жестких ленточных фундаментов с подтапливаемым основанием // Наука и техника Казахстана,- 2003. -Ш,- С. 115-124.

7 Советов Б.Я., Яковлев С.Л. Моделирование систем. - М.: Высшая школа, 2001.-343с.

8 Зарецкий Ю.К. Лекции по современной механике грунтов. - Изд. Ростовского университета, 1989.

9 Проектирование грунтовых плотин. Учебное пособие/А.Л. Гольдин, Л.Н. Рассказов. - М.: Изд-во АСВ, 2001.-384с.

УДК 004. 896

I П Р О Б Л Е М Ы П О Д Г О Т О В К А
СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ СИСТЕМ
• АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
: ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Р.Б. Муқанов, П.О. Быков

Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Щ Мақанада машинажасау және металлургиялық өндірістерде
III технологиялық құрылғыларды қолданудың эффективтілігі үшін
автоматтандырылған жобалаудың нажетті жүйесін енгізуі келтірілген.

III Приводятся данные о необходимости внедрения систем
автоматизированного проектирования для эффективного использования
технологического оборудования на машиностроительных и
металлургических предприятиях.

*The author adduces the data of necessity of inculcation the computer-
aided design systems for the efficient use of technological equipment at the
machine-building and metallurgical enterprises.*

В современных условиях машиностроительные и металлургические предприятия разрабатывают и выпускают продукцию под влиянием жестких требований к качеству себестоимости и срокам изготовления. От сроков выпуска и качества зависят объёмы реализации производственной продукции, а, следовательно, прибыль и будущее развитие предприятия. Чтобы инженерные кадры предприятия смогли максимально сократить сроки и стоимость подготовки производства к выпуску новой, востребованной рынком продукции, необходимо предоставить им высокоэффективный инструмент. Естественным выходом в данной ситуации видится автоматизация рабочих мест конструктора и технолога. Это в свою очередь приводит к автоматизации проектирования, т.е. к внедрению систем автоматизированного проектирования.

Автоматизированное проектирование позволяет значительно сократить субъективизм при принятии решений, повысить точность расчетов, выбрать наилучшие варианты для реализации на основе строгого математического ана-

лиза всех или большинства вариантов проекта с оценкой технических, технологических и экономических характеристик, повысить качество конструкторской документации, существенно сократить сроки проектирования и передачи конструкторской документации в производство, эффективнее использовать технологическое оборудование с программным управлением.

В настоящее время ведущие предприятия Павлодарского региона начали широко внедрять системы автоматизированного проектирования в производство. Такие предприятия как Аксусский завод ферросплавов, АО «Алюминий Казахстана», ПФ ТОО «Кастинг», используют такие системы как КОМПАС, PRO/ENGINEER, AutoCAD. При этом выбор конкретной системы зависит от желания и возможностей предприятия.

Эти системы имеют ряд общих возможностей и ряд различий.

Одним из самых распространенных среди графических пакетов является разработка фирмы AUTODESK - пакет AutoCAD. Достоинством этого пакета является его открытость для создания прикладных САПР и громадное количество созданных таких приложений в различных областях деятельности человека. AutoCAD служит базовой платформой для семейства машиностроительных, строительных и других приложений. Приложения, разработанные различными фирмами, позволяют на основе созданной в AutoCAD трехмерной модели быстро определить прочностные характеристики проектируемого изделия методом конечных элементов и скорректировать геометрию модели, выполнить расчеты кинематики и динамики механизма, моделировать и исследовать его работу без изготовления дорогостоящей модели-прототипа, осуществлять технологическую подготовку производства пресс-форм и разверток деталей, получаемых методом листовой штамповки и гибки, решать задачи подготовки управляющих программ для 2-, 3- и 4-координатных фрезерных и электроэрозионных станков.

Но для отечественной промышленности наибольший интерес представляют системы позволяющие вести проектирование в соответствии с требованиями ЕСКД и обеспечивающие автоматизированное получение комплектов технической документации (спецификации, сборочные чертежи и рабочие чертежи деталей) на разрабатываемые изделия.

Казахстанскому пользователю на рынке программного обеспечения в настоящее время предлагается ряд российских разработок. Это системы САПР - «КОМПАС» фирмы «АСКОН» г. С-Петербург и «T-FLEX CAD» Московской фирмы Топ-Системы.

Первая система это T-FLEX CAD Московской фирмы Топ-Системы. Важно отметить, что в отличие от других известных систем моделирования в T-FLEX CAD нет разделения файлов на чертежи, 3D детали и 3D сборки. Все данные

организованны по единой схеме, не требующей искусственного разделения. Это позволяет работать с одним и тем же файлом в любой из систем. Например, чертеж созданный в T-FLEX CAD 3D можно дополнить размерами или провести нормоконтроль в T-FLEX CAD LT. Кроме этого система оснащается прикладными библиотеками стандартных элементов.

T-FLEX CAD 3D поддерживает двунаправленную ассоциативность, то есть изменение параметров чертежа приводит к изменению трехмерной модели, а изменение параметров трехмерной модели будет автоматически обновлять чертежи.

За последние несколько лет громадный прогресс в своем развитии получил пакет КОМПАС. Достоинством этого пакета является то, что он полностью соответствует требованиям выполнения конструкторской документации по ГОСТ ЕСКД. Работа в этом пакете практически соответствует приемам и технологиям ручной работы за кульманом. Прикладные библиотеки этого пакета содержат функции автоматической генерации стандартных элементов конструкции, освобождая конструктора от необходимости постоянного обращения к справочной литературе и от рутинного вычерчивания повторяющихся элементов чертежей. При этом высвобождается большое время для действительно творческой работы. Система КОМПАС позволяет реализовать классический пример трехмерного параметрического проектирования - от идеи к ассоциативной объемной модели, от модели к конструкторской документации. Основные компоненты КОМПАС - собственно система трехмерного твердотельного проектирования, чертежно-графический редактор и модуль проектирования спецификаций.

Популярность системы КОМПАС объясняется невысокой стоимостью, отличными функциональными возможностями, удобством и надежностью, уникальной быстротой освоения и внедрения у заказчиков, большим набором стандартных библиотек и специализированных приложений.

Pro/ENGINEER, продукт Parametric Technology Corporation, является системой автоматизации проектирования (САПР), которая интегрирует весь процесс конструирования и подготовки производства. Его уникальная единая структура данных, повышающая взаимодействие между конструкторами, поскольку все члены группы могут работать над проектом одновременно. Впервые изделие и технологический процесс его производства разрабатываются одновременно, что дает лучшие конструктивные решения, ускорение начала выпуска изделия и снижение его себестоимости.

Pro/ENGINEER параметрическая система, основанная на топологических элементах система создания объемных моделей с уникальной и мощной архитектурой. Параметрические, основанные на топологических элементах возможности предоставляют инженерам беспрецедентные удобство и гибкость конст-

руирования. Более того, структура данных Pro/ENGINEER дает полную ассоциативность между всеми инженерными дисциплинами, соединяя вместе конструирование изделия и разработку техпроцесса.

Pro/ENGINEER обеспечивает полную интеграцию всего процесса проектирования — от концептуального конструирования до разработки техпроцесса. Пользователи могут работать в единой, полностью ассоциативной среде конструирования, пока изделие переходит от одной инженерной дисциплины к другой.

Но большая стоимость и массивность данной системы несколько ограничивают распространение данного продукта. Также некоторым предприятиям просто не нужна такая мощная система, если они могут успешно работать в других более «слабых», но и относительно дешевых системах.

Разнообразие используемых систем и их специфичность при эксплуатации обязывает предприятия привлекать специалистов имеющих опыт работы с каждой конкретной системой.

Поэтому перед предприятиями встает задача обучения собственных инженеров и привлечения специалистов по используемым системам со стороны. Одними из таких специалистов привлекаемых со стороны могут быть выпускники ВУЗов имеющих знания и опыт работы с этими системами.

Например, факультет металлургии, машиностроения и транспорта ПГУ им. С. Торайгырова имеет возможность подготовки студентов и работников предприятий в этом направлении по таким системам как КОМПАС, T-FLEX, AutoCAD. ПГУ имеет компьютерные классы, технопарк, которые оснащены современным компьютерным оборудованием и лицензионным программным обеспечением, например, таким как КОМПАС, T-FLEX.

При этом следует отметить, что объем часов выделяемых на дисциплины связанные с автоматизированием проектирования не позволяет студенту в совершенстве овладеть всеми перечисленными программами. А подготовка по какой-либо одной CAD - системе, также имеет свои недостатки, т.к. данная система может просто не использоваться на предприятии, куда выпускник ВУЗа будет трудоустроен.

Выходом из такой ситуации может стать специализация подготовки конкретного студента под какую-либо CAD-систему. При этом выбор системы должен зависеть от предприятия, на которое после окончания ВУЗа студент будет трудоустроен.

Такая подготовка позволит сократить время адаптации выпускника на предприятии, а вчерашнему студенту позволит в кратчайшие сроки приступить ж полноценной проектной работе на предприятии.

В настоящее время осуществлению такой подготовки мешает дефицит информации относительно того, какие системы предприятия Павлодарского региона предполагают или уже внедрили в свою работу. Такая ситуация заставляет

преподавателей осуществлять подготовку по всем доступным системам в объеме необходимом для работы, но без достаточного практического опыта решения конкретных проектных задач.

Таким образом, считаем целесообразным налаживание тесных связей с предприятиями в области автоматизированного проектирования, программного обеспечения, обмена информации по вопросам эффективного использования САПР и необходимости специализации, при подготовке специалистов под какие-либо САД-системы.

II УДК 621.879.48

11 НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РОТОРНЫХ И ЭКСКАВАЦИОННЫХ МАШИН

С.Н.Шураков

Евразийский национальный университет

им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

III *Мақалада роторлық экскавациялық машиналарды жетілдірудің
mгізгі бағыттары мен перспективалары анықталады.*

|||; *Выявлены основные направления и перспективы совершенствования
роторных экскавационных машин.*

III *Fundamental directions and trends of perfection of rotary excavators
are discovered.*

В последние годы значительно выросла доля земляных и открытых горных работ, выполняемых роторными экскаваторами, и эта тенденция, как показывает долгосрочное прогнозирование, сохранится в будущем.

Этому способствуют известные преимущества роторных экскаваторов - непрерывность рабочего процесса, значительно большая производительность и меньшая энергоемкость по сравнению с одноковшовыми экскаваторами. Производительность роторных экскаваторов более чем в 2 раза выше, чем у одноковшовых такого же веса, а энергоемкость составляет 0,3 - 0,5 квт*ч/м³ у одноковшовых экскаваторов. Длительность рабочего периода в общем цикле у роторного экскаватора достигает 80 - 85 %.

Непрерывность рабочего процесса роторных экскаваторов, являющаяся одним из главных преимуществ, особое значение приобретает в связи с ростом объемов строительных и горных работ, связанных с освоением богатейших природных ресурсов Республики Казахстан.

Выполнение больших объемов работ возможно только на основе внедрения поточной технологии, осуществлять которую возможно лишь с использованием комплектов оборудования непрерывного действия, головной машиной в которых является роторный экскаватор.

Роторные экскаваторы в настоящее время работают не только в горной промышленности, но стали все шире применяться для производства земляных работ в условиях строительства.

Впервые роторные экскаваторы получили значительное распространение в начале 30-х годов на открытой разработке бурого угля в Германии. Но наибольшее распространение в мировой практике роторные экскаваторы получили в послевоенные годы [1,2].

В настоящее время роторные экскаваторы выпускаются и успешно эксплуатируются на Украине, в России, Чехии, Польше, США, Японии, в ряде других стран, а также и в Республике Казахстан.

В Чехии роторные экскаваторы используют в основном на буроугольных месторождениях для разработки вскрышных пород с погрузкой в железнодорожный транспорт.

В США роторные экскаваторы верхнего копания в комплекте с отвалообразователями применяют на выемке плотных глин и слабых известняков с включениями крепких валунов, а также в угольных карьерах.

В России и на Украине применение роторных экскаваторов встречает некоторые затруднения из-за суровых климатических и неблагоприятных горно-геологических условий. Низкие температуры окружающего воздуха, высокая крепость и примерзание мерзлых грунтов и пород предъявляет особые требования к материалу металлоконструкции и других элементов роторных экскаваторов и их юнструктивно-кинематическим параметрам. По качеству материала металлоконструкции и конвейерных лент, по значениям усилий копания и динамическим характеристикам обычные роторные экскаваторы не соответствуют этим условиям, и поэтому эффективность их использования на отечественных карьерах значительно снижается.

В России и на Украине роторные экскаваторы впервые были применены в послевоенные годы в карьерах Семилукского завода в Воронежской области, Часов-Ярского рудоуправления в Донецкой области, Челябинского и Суворовского рудоуправлений на Урале, в карьере Кумак Оренбургской области.

В угольной промышленности нашей страны роторные экскаваторы стали применять с 1952-1954 г.г. На Украине добыча угля роторными экскаваторами осуществляется практически круглогодично, так как при промерзании бурый уголь становится хрупким и не представляет трудности для экскавации, а примерзание его к узлам экскаватора незначительно. Производство вскрышных работ в зимних условиях затрудняется из-за невозможности разработки мерзлых пород, поэтому для продления сезона применяют специальные мероприятия, из которых наиболее эффективным является предварительное рыхление поверхности уступа до промерзания и при рыхлении мерзлого слоя.

Практика применения роторных экскаваторов в зимних условиях показывает, что основными мероприятиями по увеличению рабочего сезона роторных экскаваторов являются повышение удельного усилия копания на режущих кромках, жесткости и прочности конструкций, улучшение разгрузки ковшей, установка дополнительных рыхлителей или ковшей на роторе, применение морозостойких лент.

Первые эксперименты на крепких углях были проведены МИСИ в 1961 году в Экибастузе с экскаватором РЭ-1, спроектированным Гипроуглеавтоматизацией на базе ЭКГ-4. В 1963 году на Ирша-Бородинском бурогольном месторождении было проведено промышленное опробование роторного экскаватора ЭРГ-350/1000-2М.

При этих испытаниях были выявлены недостаточная жесткость конструкции, значительная неустойчивость рабочего процесса и нарушение стабильности экскавации. Однако, несмотря на эти недостатки, эксперименты показали практическую возможность применения роторных экскаваторов на выемке крепких углей, и поэтому поиски в этом направлении в дальнейшем продолжались.

В 1966 году был испытан роторный экскаватор ЗРГ-400-15/1,5 с повышенным усилием копания. Коэффициент крепости угля составлял $f=3$ /по М.М.Протодьяконову/. Было установлено, что развиваемое усилие копания недостаточно для разработки таких углей, работа экскаватора сопровождалась значительными колебаниями экскаватора и рабочего оборудования, процесс экскавации был неустойчивым.

В августе 1969 года испытывался экскаватор ЭРГ-400Д с центробежным ротором, показавший значительно лучшие результаты по сравнению с предыдущими машинами: существенно снизились нагрузки и колебания, удалось добиться требуемой кусковатости угля.

Успешно работают роторные комплексы на добыче угля Экибастузского месторождения в Республике Казахстан.

Таким образом, практика показывает возможность, целесообразность и эффективность разработки крепких углей, горных пород и мерзлоты роторными экскаваторами. Для этого необходимо осуществить ряд специальных мероприятий, и в первую очередь, повысить усилия копания на рабочем органе.

Но наряду с дальнейшим распространением в горнодобывающей промышленности, роторные экскаваторы сейчас находят широкое применение и на строительстве.

Так, на крупном гравийном карьере в Швейцарии с 1971 года применяется непрерывный метод добычи материала, оказавшийся значительно экономичнее обычного метода разработки одноковшовым экскаватором. В качестве добычной машины используется роторный экскаватор модели 100 фирмы Крупп, производительность которого достигает $300 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В 1971 году два роторных экскаватора С-500 и С-100 фирмы Крупп эффективно использовались в комплекте с ленточными конвейерами на разработке грунта для насыпи линии вдоль морского берега около Кобе и Токио (Япония).

Впервые в транспортном строительстве роторные экскаваторы были применены в Бельгии при сооружении Европейской автострады в 1969 году. При производстве земляных работ использовался роторный экскаватор фирмы Демаг-Лаухгаммер (ФРГ) модели 430 с диаметром ротора 5,2 м, длиной стрелы 9,9 м. Машины этого типа были применены позднее при сооружении федеральных дорог ФРГ. На строительстве автодороги Гамбург - Фленсбург было вынуто 280000 м³ грунта и перемещено на расстояние 3,5 км с помощью 25 автопоездов грузоподъемностью 12 м³. При продолжительности рабочего дня 12,5 часов работа была выполнена за 3,5 месяца. Расчеты показали, что для выполнения этого объема работ потребовалось бы 7 гидравлических одноковшовых экскаваторов с емкостью 1,2 м³.

Имеется немалый опыт применения роторных экскаваторов и в России [13]. Малые роторные экскаваторы успешно применяются в карьерах строительных материалов. Роторный экскаватор типа ЭР-25 используется в карьерах строительных материалов на разработке песка и глины, при этом в комплекте с автосамосвалами грузоподъемностью 3,5-4,5 тн его производительность составляет до 160 м³/ч, а коэффициент использования сменного времени в среднем равняется 0,95.

На строительстве Каховского оросительного канала глубиной до 30 м, шириной по верху 170-200 м успешно работал роторный экскаватор ЭР-100. Разработка русла канала велась блоками шириной 10-15 м, с высотой уступа до 7 м. При экскавации легких суглинков с погрузкой в автосамосвалы МАЗ-503 грузоподъемностью 7 тн экскаватор обеспечивал производительность 350 м³/ч, близкую к проектной.

Таким образом, в связи с постоянным ростом объемов земляных и открытых горных работ одним из наиболее перспективных видов машин являются роторные экскаваторы, обладающие рядом преимуществ по сравнению с одноковшовыми экскаваторами.

Выводы.

В настоящее время роторные экскаваторы успешно используются:

- для разработки месторождений мягких и средней крепости углей и других полезных ископаемых;
- в карьерах огнеупорного сырья для добычи каолина и глины;
- в карьерах строительных материалов для разработки песка, гравия, даны;
- в транспортном и ирригационном строительстве;
- на складах и в портах для погрузочно-разгрузочных операций и штабелирования сыпучих и мелко шумовых материалов;
- для выемки все более крупных углей и горных пород.

С момента появления роторных экскаваторов совершенствование их конструкций шло, главным образом, в направлении непрерывного увеличения производительности и линейных параметров.

Однако в последние годы развитие конструкций роторных экскаваторов шло не только по пути увеличения их линейных параметров. В связи с расширением области применения роторных экскаваторов на земляных работах в условиях строительства, где высота копания не является одним из основных факторов, стали разрабатывать конструкции роторных экскаваторов с малыми линейными параметрами, что дало резкое снижение их веса, сделало их более мобильными и транспортабельными [2,3]. Эти экскаваторы получили наибольшее распространение ввиду более широких возможностей их применения.

В настоящее время экскаваторы с малыми линейными параметрами выпускаются производительностью 70-5400 м³/ч, расчетным усилием резания 0,25-1,2 МПа, высотой копания 3,5-14 м, диаметром ротора 1,9-9 м, емкостью ковша 20-1940 л, вылетом ротора 3,8-14,4 м, массой 18-600 тн и установленной мощностью 45-1050 кВт. Они оснащены, в основном, бескамерным ротором, невыемной стрелой и конвейером обычного исполнения. Одним из преимуществ малых роторных экскаваторов является значительно меньший вес при большой производительности и высокой маневренности и транспортабельности. Характерным в конструкции роторных экскаваторов малых параметров является широкое применение гидропривода. Почти все экскаваторы, выпускаемые в последнее время, в разной степени гидрофицированы. Например, экскаватор SrS 1500/12/1,8 объединения Демаг-Лаухгаммер, имеющий ротор диаметром 5 м, теоретической производительностью 480 м³, массой 170 тн, гидрофицирован полностью. По-новому выполнена металлоконструкция стрелы ротора - она выполнена коробчатого сечения.

Малые модели роторных экскаваторов у нас в стране впервые были изготовлены в 1948-1949 г.г. на предприятиях огнеупорной промышленности, в частности, мастерских Часов-Ярского рудоуправления /Р-6, Р-7, РВ-1, ЭР-120/.

Затем было налажено производство роторных экскаваторов ЭРЭ-500 на Зуевском литейно-механическом заводе. ВНИИЗемМашем на основе анализа конструкций роторных экскаваторов малых моделей и опыта их работы разработан типовой ряд отечественных роторных экскаваторов малых моделей, предназначенных для применения в различных областях строительства [3]. Их производительность находится в пределах 200 - 1000 м³/ч, емкость ковша 25 - 200 л, высота копания 7 - 15 м, масса 23,5 - 180 тн. Этот ряд унифицирован с базовыми моделями одноковшовых экскаваторов, в конструкции применены многие новые технические решения.

Применение роторных экскаваторов для разработки все более крепких пород и мерзлых грунтов вызвало необходимость создания экскаваторов с более высоки-

ми усилиями копания. Первые роторные экскаваторы РЭ-1 с усилием копания до 200 кг/см были изготовлены еще в 1959-1960 г.г. Ново-Карагандинским и Коркиясским заводами. Эти машины были созданы по проекту Гипроутлеавсгоматизации на базе экскаватора ЭКГ-4. Их испытания показали малую жесткость металлоконструкции, что приводило к нарушению устойчивости рабочего процесса, и ограничению работоспособности экскаватора. Несмотря на это, эти машины показали возможность создания роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания.

Дальнейшие работы по созданию таких экскаваторов шли по пути увеличения мощности приводных двигателей и усиления жесткости металлоконструкции.

На Донецком машиностроительном заводе работают над созданием роторных экскаваторов с усилием копания 200-220 кг/см на базе экскаватора ЭРГ-400.

Как показывает опыт создания и эксплуатации роторных экскаваторов с высокими усилиями копания, повышение усилий на рабочем органе вызывает прогрессирующий рост веса экскаватора и ухудшение динамических характеристик. В настоящее время принято, что создание роторных экскаваторов для разработки крепких пород без значительного увеличения их веса и ухудшения работоспособности должно идти по пути уменьшения их линейных параметров. УкрНИИпротком разработаны технико-экономические обоснования и параметрический ряд роторных экскаваторов с повышенным (0,7 - 1,4 МПа) и высоким (1,4 - 2,1 МПа) усилием копания.

Потребность в роторных экскаваторах малого веса и небольших линейных параметров при высокой производительности вызвала необходимость создания экскаваторов с новыми рабочими органами, позволяющими работать на высоких скоростях вращения. В этих конструкциях различными способами решается проблема интенсификации разгрузки ковшей, за счет чего повышаются скорости ротора, а, следовательно, и производительность.

Интенсивно ведутся работы в Донецком научно-исследовательском горно-рудном институте (ДонНИГРИ) по созданию роторных рабочих органов с прямой принудительно-центробежной разгрузкой ковшей, позволяющих работать на скоростях вращения выше критических.

достоинством их является независимое осуществление процесса разгрузки от скорости ротора, что позволяет выбрать оптимальный по энергоемкости процесс отделения стружки.

Использование «принудительно-центробежной» разгрузки грунтов в рабочих органах землеройных машин в последнее время находит широкое применение. В институте геотехнической механики АН Украины разрабатываются экскаваторы с фрезерными рабочими органами, в которых используются преимущества этого способа. Созданные экскаваторы обладают большой производительностью, низкой энергоемкостью, малым весом и другими достоинствами. Результаты работ

свидетельствуют о необходимости применять принцип обрушения срезанного грунта и в роторных экскаваторах.

Принципиально новым высокоэффективным техническим решением является конструкция роторного экскаватора с инерционным ротором нижней разгрузки (авт.свид. №214404, автор докт.техн.наук Таукелев Р.Н.) и бесковшовый ротор косоугольного ступенчатого резания (патент РФ №1799413, автор докт.техн.наук Нураков С.Н.), над созданием которых в течение ряда лет ведутся работы в Евразийском национальном университете им. Л.Н.Гумилева [5].

Отсутствие ковшей, высокие скорости ротора, разработка забоя при вращении ротора «сверху вниз» с использованием эффекта обрушения, возможность реализации высоких усилий резания без утяжеления металлоконструкции и другие достоинства ставят этот экскаватор в ряд наиболее перспективных.

Обладая всеми достоинствами центробежного ротора с верхней разгрузкой, новый рабочий орган имеет ряд преимуществ, основными из которых являются:

1) имеется возможность работы как на малых, так и на высоких скоростях вращения, что позволяет достигать любой требуемой производительности;

2) разработка грунта осуществляется наименее энергоемким способом - чистым косым полусвободным резанием при вращении ротора «сверху вниз» с обрушением срезанного грунта, что позволяет развивать высокие усилия копания и разрабатывать прочные грунты, крепкие породы и угли;

3) малые размеры и масса ротора и разгружающее действие от реакции грунта при работе снижают нагрузки в металлоконструкции, улучшают устойчивость рабочего органа и экскаватора в целом, что позволяет при работе с нормальным усилием копания существенно снижать массу экскаватора или дает возможность увеличить длину стрелы;

4) самоочистка ножей срезаемым грунтом в процессе работы;

5) подача грунта на конвейер со значительной начальной скоростью по направлению движения ленты, что значительно снижает энергоемкость транспортирования и увеличивает угол подъема конвейера;

6) простота конструкции ротора;

7) возможность создания целой гаммы экскавационно-погрузочных машин высокой производительности, низкой металлоемкости и малых размеров и массы.

Производственные испытания промышленного образца роторного экскаватора производительностью 200 м³/ч и массой 40 тн на разработке кембрийской глины летом плотностью 48-60 и зимой плотностью 60-80 ударов динамического плотномера ДорНИИ показали надежную работоспособность этой конструкции, высокую производительность и высокие усилия копания при малой массе машины и низкой энергоемкости рабочего процесса.

На основании этих результатов были созданы опытные образцы нескольких типов экскавационно-погрузочных машин различного назначения: роторно-транспортная машина, фреза для асфальта и ледяных образований, роторно-транспортный комплекс, роторный погрузчик и некоторые другие:

- роторный экскаватор малой модели ЭРЭ-200ИК производительностью 250 м³/ч массой 40 тн на кембрийской глине прочностью С=48-60 ударов плот-номера ДорНИИ и в зимних условиях при промерзании той же глины при С=60-80 ударов. Экономический эффект составил 1380560 тт.;
- роторно-транспортная машина РТМ-1 для строительства дорог на глине 4 категории производительностью 3620 м³/ч. Экономический эффект составляет 9355500 тт.;
- два варианта рабочего органа для разрушения снежно-ледяных образований с асфальтобетонных покрытий к снегоочистителю КО-707 и автогрейдеру производительностью 2290 м³/ч в зимних условиях г.Астаны. Экономический эффект составил 53516 тт.

Эти испытания показали их высокую эффективность и преимущества по сравнению с существующими базовыми машинами [5]:

- 1) повышение производительности таких машин в 2-20 раз по сравнению с существующими конструкциями;
- 2) снижение энергоемкости разработки грунтов на 15-40%;
- 3) повышение удельных усилий копания без нарушения устойчивости работы экскавационных машин;
- 4) снижение в 2-4,5 раза удельной металлоемкости новых конструкций;
- 5) малые масса и размеры машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков Ю.И., Владимиров В.М. Рабочие органы роторных экскаваторов. - М.: Машиностроение, 1967. - С. 182
2. Владимиров В.И. Роторные экскаваторы с малыми параметрами. ЦНИИ-ГЭСстройМаш. Сб. «Экскаваторы и стреловые краны». - М.: Вып. 1,-1968.- С.72
3. Гарбузов З.Е. Землеройные машины непрерывного действия. - М.: Машиностроение, 1965,-С.271.
4. Домбровский Н.Г. и др. Многоковшовые экскаваторы. - М.: Машиностроение, 1972. - С.364.
5. Нураков С. Экскавационно-погрузочные машины с инерционным ротором нижней разгрузки. - Алматы: Гылым, 1995. - С.212.

УДК 629.3.017.5.001.24

III К ВОПРОСУ ДИНАМИКИ ТОРМОЖЕНИЯ II ТРАКТОРА

А.Нуржауов, К.Абишев, А.Сматаев, А.Тайшубекова
Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

fffff Мақалада жылдам тормозрежиміне тракторлық поездың берілген
:|||| динамикалық қозғалысы келтірілген.

ЩЩ Приведены данные динамики движения колесного тракторного
поезда в режиме резного тормоза.

III! The data of the dynamics of motion of the wheeled tractor train in the
conditions of hard braking were given.

Рассмотрим динамику движения колесного тракторного поезда в режиме резкого торможения (рисунок 1). В общем случае на тракторный поезд действуют тормозные и внешние силы. Допустим, что скольжение колес трактора и прицепа предельно мало. Кроме того, предположим, что сцепка между трактором и прицепом абсолютно жесткая и безззорная. Тогда система «трактор-прицеп» имеет одну степень свободы, и прицеп движется со скоростью, равной скорости движения трактора. При торможении тракторного поезда на колесах его звеньев появляются тормозные моменты, в результате чего на систему действуют тормозящие силы. Количество тормозящих сил равно количеству осей тракторного поезда, на которых установлены тормоза. Численное значение этих сил, время действия и продолжительность зависят от мастерства и индивидуальных качеств водителя, а также от типа и свойств тормозной системы.

При торможении тракторного поезда он движется с ускорением. Поэтому на элементы системы действуют следующие силы: силы инерции, и возникающие в результате действия приведенных моментов касательных сил инерции МИХ МИП, внешние силы ФИТ и ФИП.

Значение внешних сил определим по формуле:

$$K \wedge M \wedge \wedge j \wedge s i \quad (1)$$

$$F_{m.i} = M_{11n.j} r; \wedge \sim J_{Kj} r_{K-}) S. \quad (2)$$

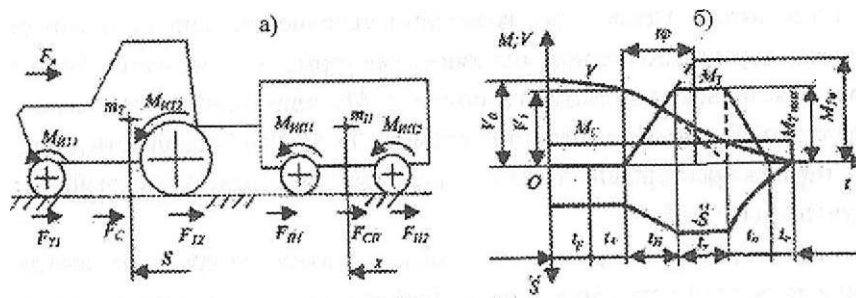


Рисунок 1

где J_k - приведенный момент инерции колеса;

r_k - радиус колеса;

i, j - индексы трактора и прицепа.

Характер изменения сил F_T и F_n , действующих на колеса звеньев тракторного поезда зависит от тормозных моментов, действующих на осях колес. Характер изменения тормозного момента M_m можно рассматривать так, как изображен на рисунке. Если в какой-то момент времени $t = 0$ возникает необходимость торможения, то тормозной момент M_m начинает действовать на колеса по прохождении времени, равный $t_p + t_3$. Здесь t_p - время реакции водителя, t_3 - время запаздывания срабатывания тормоза. Время t_p реакции водителя зависит от его индивидуальных качеств и находится в пределах от 0,2 до 1,5 секунд.

В результате действия на тракторный поезд сил сопротивлений трактора F_c , прицепа F_n и воздуха F_a за время $t_p + t$, его скорость движения снижается до u_1 . На рисунке приведенный момент этих сил сопротивлений изображен в виде постоянной величины. Время нарастания t_b тормозного момента M_m зависит от темпа роста k , а максимальное значение тормозного момента ограничивается сцеплением колеса с поверхностью пути. Поэтому $M_{T(p)} = \langle p R_z r_k$, где $M_{T(p)}$ - тормозной момент по сцеплению, $\langle p$ - коэффициент сцепления, R_z - горизонтальная составляющая силы реакции поверхности пути. Отсюда в любой момент времени $M_{Tmax} = M_{T(p)}$. Темп роста момента k равен отношению момента M_m к времени достижения возможного наибольшего момента, т. е.

Эксперименты, проведенные гусеничными и колесными тракторами, показали, что t_0 находится в пределах от 0,15 до 0,8 секунд. Следовательно, если известен темп роста, то в любой момент времени $0 \leq t \leq t_0$ тормозной момент равен $M_m = kt$, а тормозная сила $F_m'' = \frac{M_m}{r_k}$.

В промежутке времени t_0 тракторный поезд может двигаться с определенным замедлением. Этот промежуток времени зависит от условий движения и

действий водителя. После этого водитель в течение времени t_0 может отпустить педаль тормоза до полного исчезновения тормозного момента. Если после полного исчезновения тормозного момента M_m тракторный поезд не остановился, то он небольшой промежуток времени t_c может продолжать двигаться. В этот период тракторный поезд останавливается в результате действия сил сопротивления $F_c + F_n + F_s$.

Временем остановки тракторного поезда называется время от начала торможения до полной остановки, а путь, пройденный за этот период времени называется остановочным путем $S_0 = S_{p3} + S_T$. Здесь S_{p3} - путь, пройденный за время, соответствующее запаздыванию реакции водителя и срабатывания тормозной системы, S_T - тормозной путь.

Если все колеса звеньев тракторного поезда оборудованы тормозами, то тормозной момент, действующий на каждое из них, изменяется по собственному закону. Для облегчения рассматриваемого процесса предположим, что в агрегате имеется только один прицеп, а сцепка абсолютно жесткая и тормоза установлены на задних колесах трактора. Кроме того, тормозной момент M_m изменяется по закону, представленный на рисунке 1. Тогда закон изменения тормозной силы F_T запишем в виде:

$$M_m = K^H t - t_p - t_3 + r_v * t_c \quad 4$$

$$\begin{aligned} & \text{если } 0 < t < t_p + t_3; \\ & \text{если } (t_p + t_3) \leq t < (t_p + t_3 + t_H); \\ & \text{если } (t_p + t_3 + t_H) \leq t < (t_p + t_3 + t_H + t_0); \\ & \text{если } (t_p + t_3 + t_H + t_0) \leq t < (t_p + t_3 + t_H + t_0 + t_T). \end{aligned} \quad w$$

Допустим, что сила сопротивления воздуха мала и ею можно пренебречь. Тогда уравнение движения системы «трактор-прицеп» запишем следующем виде:

$$-MS - F_c - F_{cn} - F_T = iU, \quad (4)$$

где $M = m_T + m_n + \dots$ - приведенная масса.

Вследствие того, что закон изменения тормозной силы зависит от времени, для каждого этапа торможения будет свое уравнение движения поезда.

Выражение (4) для периода торможения $0 \leq t < t_p + t_3$ запишем в виде:

$$MS - F_c - F_{cn} = 0 \quad (5)$$

На втором этапе торможения $(t_p + t_3) < kt < (t_p + t_3 + t_H)$ на систему начинает действовать тормозная сила F_T . Уравнение движения примет вид:

$$-MS - F_c - F_{cn} - F_T = 0 \quad (6)$$

Вследствие того, что на третьем этапе $(t_p + t_3 + t_H) < t < (t_p + t_3 + t_H + t_T)$ сила F_T постоянная, уравнение движения запишется в виде:

$$-MS - F_c - F_{cn} - M_{Tmwc}r = 0 \quad (7)$$

На четвертом этапе процесса торможения $(t_p + t_3 + t_H + t_T) < t < (t_p + t_3 + t_H + t_T)$ уравнение движения примет вид:

$$-MS - F_c - F_{cn} - \frac{M}{I} \frac{F}{I} \frac{r}{L} \frac{t - (t_p + t_3 + t_H + t_T)}{4} = 0 \quad (8)$$

Время остановки тракторного поезда находится из решения уравнения $v_4 = 0$, а тормозной путь из формул (5), (6), (7) и (8),

УДК 629.3.017.5.001.24

Н ТРАКТОР ЖҮРІСЖҮЙЕСІН ЦТОПЫРАК ПЕН И ҰСТАСУЫНЫҢ КЕЙБІР ШСЕЛЕЛЕРІ

А. Нұржауов

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік

Ц|| университет!

ЦЦЦ *В статье рассматриваются проблемы соприкосновения с грунтом системы движения тракторов.*

ЦЦЦ *Маңалада тракторжүріс жүйесінің топырақпен ұстасуының кейбір мәселелері қарастырылады.*

ЦЦЦ *The article deals with problems of the system of tractor driving with some contacts with soil.*

Шынжыр табанды қозғалтқыштың грунтпен ұстасуы грунттың механикалық қасиеттеріне тікелей байланысты болады. Әдебиет көздерінде трактордың қалыптасқан қозғалысы кезінде оның жанама тарту күшін анықтау барысында грунт біртекті болады және грунт пластикалық деформацияланып, кесіледі деп қарастырылған [1]. Бірақ шынжыр табан грунттілгіштері арасындағы грунт кірпіштері ысырылып, кесілгенімен қатар сершеп тәрізді сығылады. Грунттың серпімді қасиетін ескермей қабылданған жорамалдар негізінде шығарылған формулаларды пайдаланып, табылған шынжыр табанның қатты грунтпен (тың жер, орылған егіс алаңы) ұстасу коэффициентінің шекп мәндері тәжірибе жүзінде табылған мәндерден 1,41-1,62 есе, ал максимал мәндері 1,53-2,18 есе кем болып шығады. Ал бос грунттар үшін (жыртылған жер) 10-15% ке дейін айырмашылығы бар. Бұл шын мәнінде осы табылған формулада грунттың серпімділік қасиеттері есепке алынбағанын айқындайды. Сондықтан трактордың жанама тарту күшін есептегенде грунттың серпімділік қасиеттерін де ескеру қажет болады.

Трактор жұмыс атқаруы кезінде шынжыр табанды қозғалтқышқа грунттың кесіліп, кейін ысырылуы, үйкелісі және қысылып деформациялану күштері эсер етеді деп қарастырамыз. Осының салдарынан қозғалтқыштың кейін тайғанауы пайда болып, трактордың қозғалыс жылдамдығы теориялық мәнінен кем болып шығады. Ал трактордың жанама тарту күші осы аталған күштердің қосындысына тең болады, яғни

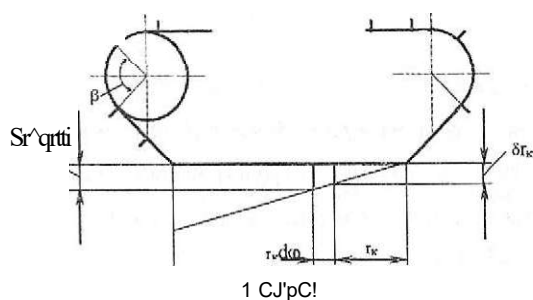
$$\varepsilon_k = \varepsilon_{k.сд.} + \varepsilon_{k.ср.} + \varepsilon_{k.сж.} \quad (1)$$

Бұл жерде F_{xc} - грунттың кейін ысырылу реактив күші;

F_{xc} - грунттың кесілуінің реактив күші;

$F_{я}$ - грунттың қысылуының серпімді күші.

Шыңжыр табанды трактордың жетекші доңғалағы қайсыбір α бұрышыша айналған кезде (і-пгі сурет) трактор $r_k(p)$ жолыш басыш етеді. Бұл жерде r_k - жетекші доңғалақ радиусы. Сонда оның кетптайғанау жшы $A \sim \partial z_k < p$ (S -кейінтайғанау коэффициенті). Демек, осы D жол ұзындығында грунт кірпіштері деформацияланады



да, олардың ысырылуы, сығылуы, кесілуі және үйкеліс процестері орын алады.

Келтірілген үйкеліс коэффициенті!

$$I^{255} \quad f_{fN} - f_{ск} \quad 0,825 \quad (3)$$

$$X \quad L \cdot \quad f_{ск} \quad I \quad \Lambda^+ \quad if Q \quad (4)$$

f - тыныш үйкеліс коэффициенті;

$t_{ср}$ және kPa өлшеміндегі t_0 f_0 коэффициентінің құраушылары.

Сонда грунттың ысырылу кернеуі

$$\bullet Lp \quad L \quad th \quad \frac{sr}{k} \ll p \quad (5)$$

Шыңжыр табанның грунтпен өзара әсері циклі жетекші доңғалақаркез толық бір рет айналғанда қайталанып отырады. Демек, жетекші доңғалақ толық бір айналғанда трактордың жанама тарту күшінің қарастырылып оғырған хұраушысын төмендегіше анықтауға болады:

$$Ch^{\wedge} \quad K \quad St - L.ihZsXL.br \quad k. \quad d < p$$

Бұл өрнекті, топыраққа түсетін трактордың қысымы $P \sim \frac{G}{S}$, ал жетекші доңғалақ толық бір айналғанда шынжыр табанның тірек бетінің ұзындығы $2\pi r$ - ге тең болатынын ескеріп, интегральдап шықсақ, онда

$$\varepsilon = \frac{MAG}{5\pi r G_k} \left(l + c \frac{h_l}{k} + f \frac{J_{\text{шпр}}}{ch} \right) \frac{f}{2\pi S r} \quad (6)$$

Жанама тарту күшінің грунттың кесілуі нәтижесінде пайда болатын $F_{\text{ксп}}$ күраушысы [1];

$$F_k = 4 r J_i z \quad (7)$$

Бұл жерде h_z — м өлшеміндегі грунттілігінің биіктігі;
 $T_{\text{сп}}$ — Н/м өлшеміндегі грунттың кесілуі модулі

Сазды топырақты орылған егін даласы үшін $\varepsilon_{\text{сп}} = (1,26 \text{ л, } 96) \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ кү майт топырақтар үшін $\varepsilon_{\text{сп}} = (1,5; 2,6) \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ [2].

Енді топырақтың серпімді күшін анықтайық. Егер топырақтың шартты қатаңдығы c болса, онда жетекші доңғалақ қайсыбір бұрышына айналғанда әрбір грунттілігіш топырақты $c_n \delta < p_{\text{с}}$ күшімен қысады. Енді осы мезетте доңғалақ dtp элементар бұрышына айналған болсын. Сонда топырақтың элементар қысылуы $Srd < p$ болады, ал осы күштің атқаратын элементар жұмысы $dT = c_n S^2 r^2 < pdq >$. Жетекші доңғалақ бір цикл ішінде толық бір айналғанда атқарылатын жұмыс

$$T = 2fdT = 4l^2 c_n \delta^2 \varepsilon_k^2 \quad (8)$$

Грунттілігіштің топырақты қысатын $F_{\text{кссж}}$ күшінің элементар жұмысы $dT_h = F_{\text{хак}} 5r_x d(p)$. Жетекші доңғалақ толық бір рет айналғанда осы күштің атқаратын жұмысы

$$T_2 = \int_0^l dT_F = 2\pi 5 \varepsilon_h F_{\text{кссж}} \quad (9)$$

(8) теңдеуінде орын алған топырақтың шартты қатаңдығын былайша өрнектей аламыз:

$$c_n = 2\kappa b h_m$$

Бұл жерде: k - грунттың көлемдік қысылу (сығылу) коэффициенті.

Осы теңдіктерді ескеріп (8) және (9) өрнектерін өзара теңестіріп, топырақтың серпімді күшін төмендегі түрде тауып аламыз:

$$- 4ubh_z \varepsilon_k \quad (11)$$

Анықталған күштерді (1) формуласына қойсақ, онда толық жанама тарту күші

$$P = \frac{f^*KG}{2nr_{,,}S} \ln \frac{2mmz_{,,} 5}{ch} + J_f''P \frac{f ni}{2nr_{,,} 8} + 4r_{ci}h_z + 4якbh_z 5 r_k \quad (12)$$

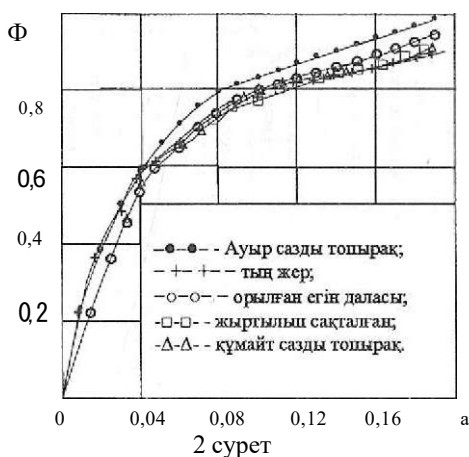
Ікестесінде эртүрлі грунттарды сипаттайтын шамалардың әдебиет көздерінде берілген орташа сан мэндері көрсетілген [1].

1 кесте

Шамалардың жеке коэффициенттерінің белгіяемелері	Ауыр сазды топырақ			Орташа сазды топырақ			Жеңіл сазды топырақ			Құмайт сазды топырақ				
	θ &	μ &	λ &	μ &	λ &	μ &	λ &	μ &	λ &					
$\rho_{ск}$	-	0,76	-	0,76	0,72	0,70	0,76	0,72	0,69	-	0,79	-	-	-
$10^6 \cdot \sigma_1$ Па	2,8	2,2	1,15	2,92	1,975	0,885	2,4	1,76	1,06	1,36	0,85	0,55	-	-
$10^* \cdot \rho_{дм}$	0,15	0,15	0,09	0,155	0,14	0,10	0,10	0,15	0,135	0,095	0,075	0,05	-	-
h	0,762	0,822	0,802	-	-	-	0,805	0,765	0,745	0,884	0,824	0,844	-	-
$\rho_{дл}$ Па	3,0	3,0	3,0	2,75	2,75	2,75	2,5	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	-	-
$\rho_{ф}$	0,72	0,78	0,76	-	-	-	0,77	0,73	0,71	0,87	0,81	0,83	-	-
$i_1=0,068м$ $i_2 \sim 2 \cdot 10^{-1} Н/м$ $G=61000Н$ $2=13$ $(=0,170м)$ $S=0,39м$ $=0,03 м$ $p=70,890кПа$														

Осы кестедегі шамалардың сан мэндерін (12) және жоғарыдағы формулаларға қойып, 3-ші класс шынжыр табанды ДТ-75М «Қазақстан» тракторы үшін табылған грунтнен ұстасу коэффициенті ρ -дің 8 кейін тайғанау коэффициентінен тәуелділігі 2-ші суретте көрсетілген. Бұл суреттен жоғарыда аталған әдебиет көздеріндегі берілген ρ ұстасу коэффициентінің эртүрлі грунт үшін тәжірибе жүзінде табылған $\rho_{доп}$ шекті мэндері шынжыр табанның кейін тайғанауының $\rho=0,04:0,06$ аралығына, ал максимал $\rho_{макс}$ мэндері $\rho=0,15:0,2$ аралығына сәйкес болатынын көреміз. Ал бұл шынжыр табандар мен грунттың ұстасуының тәжірибе жүзінде анықталған шын мэніндегі сипатына сәйкес келеді. Сондықтан грунттың серпімді күшін ескере отырып табылған (12) формуласын F_k жанама тарту күшінің мэнін анықтауға найдалана аламыз. Бұл жағдай F_k жанама тарту күшін екі негізгі бөліктен тұрады деп қарастыруға мүмкіндік береді.

Оның бірі $4mmk\beta h_0 \delta \varepsilon_k$ - ге тең болған грунттың серпімді күші. Бұл күшті топырақтың C_n қатаңдық коэффициенті мен деформациясының көбейтіндісіне тең болады деп қарастыра аламыз. Грунтты серпімділік және саябырлату қасиеттері бар дене деп қарастыруға болады. Оның саябырлату қасиеті оны кейін ысырғанда орын алады деуге болады. Демек, егер грунт шынжыр табандардың грунттілігіштерінің әсерін x ұзындығына деформацияланып, кесіліп ысырылатын болса, онда жанама тарту күшін $p = Cx + \mu_r x$ түрінде өрнектеуге болады. Сондықтан, осы өрнекті пайдаланып жанама тарту күшін анықтау үшін грунттың шартты саябырлату коэффициентінің мәні белгілі болу керек. Әдетте, грунт пен шынжыр табанның ұстасуы кезінде пайда болатын тербеліс процесінің өшуіне грунттың кесілуі және үйкеліп ысырылуы себеп болады. Сондықтан F_k жанама тарту күшінің μ, p_c бөлігіш(1) өрнегіндегі $F_{kc} \sim F_{кю} + F_{кпр}$ құраушысына тең болады деп қарастырамыз.

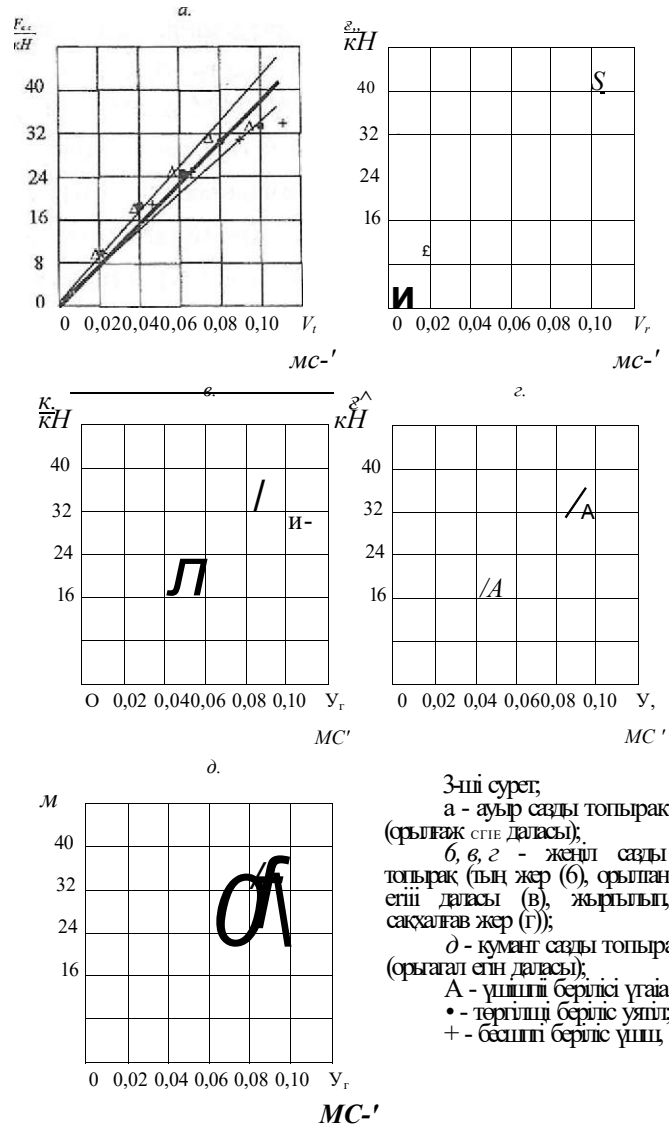


Жоғарыда трактор жетекші доңғалагы dt элементар уакыты ішінде $d < p$ бұрышына айналса, оның грунт ілгіштерінің топырақгы кейін ысыратыш жолы $\delta r_k dq >$ болады дедік. Егер шынжыр табанның кейін тайғанауы жоқ α шады десеқонда трактор қозғалысының теориялық жылдамдығы $V_T = v_k \sim$, болар еді. Ал грунттың

кесіліп, кейін ысырылу жылдамдығы $V_T = 5 - v_k \sim s$ яғни $V_y - d - V_T$ Демек, іс жүзіндегі есептеулерде грунттың ысырылу жылдамдығын трактор қозғалысының теориялық жылдамдығы мен оның d кейін тайғанау коэффициенті арқылы анықтап алуға болады екен.

Қазіргі ауылшаруашылық шынжыр табанды тракторлардың жұмысшы жылдамдықтары 2:4 м/с аралығында орналасқан, ал өнеркәсіп тракторларының негізгі

жұмыс атқару кезіндегі жылдамдығы 1,4 м/с -тен аспайды. Сондықтан, осындай жылдамдықтармен қозғалыста болатын шынжыр табанды тракторлардың грунтілгіштерінің топырақты деформациялап, кесіп ысыратын жылдамдығы қандай болатынын анықтап көрейік.



Трактордың қалыптасқан қозғалысы кезінде оның қозғауышы номинал режимде жұмыс істеп тұрады деуге болады. Сонда трактор қозғалысының жылдамдығы қозғауышының номинал бұрыштық жылдамдығы және қосылған беріліс сатысының i_m беріліс саны арқылы анықғалынады. Жетекші доңғалақ-

тың айналу жылдамдығы $\omega = \frac{v}{r}$ болғандықтан $V = r \omega$, ал $V = d_1 r_k \dot{\alpha}$
 $\dot{\alpha} = \frac{V}{d_1 r_k}$.
 Басқаша айтқанда, грунттілпштердің грунтты кешн ысыру жылдамдығы фак-
 тор трансмиссиясының қосылған сатысына және трактордың кейін тайғанауы-
 на байланысты екен. 3-ші класс шынжыр табанды «Қазақстан» тракторы жәрде-
 мімен негізгі ауылшаруашылық жұмыстары 3-ші және 4-ші беріліс сатыларын
 іске қосып орындалады. Ал шынжыр табанды тракторларды дұрыс пайдалану
 үшін тағайындалған шекті тайғанау $d_1 = 0,03:0,05$. Сонда осы трактор бойынша
 белгілі мәліметтерді ескеріп есептесек, онда грунттілгіштердің топырақты кейін
 ысыру жылдамдығы $V_r = 0,1$ м/с-тен аспайды екен. Сондықтан, грунттың
 саябырлату коэффициентінің іс жүзіндегі назарға алатын сан мәндерін табу үшін
 грунттың кейін ысырылу жылдамдығының мәндерін нөлден 0,1 м/с-ке дейін
 аламыз. (6), (7) және (11) формулаларына 1 кестедегі шамалардың керекті
 мәндерін қойып, жәнетрактордың 3-ші, 4-нгі, 5-ші сатылары іске қосылып, әртүрлі
 грунт бетімен қозғалып, жұмыс істеген кездегі F_k жанама тарту күшінің
 $F_{xc} = F_{aoy} + F_{kp}$ бөлігінің грунттың кейін ысырылу V_r жылдамдығынан тәу-
 елділік графнктері 3 суретте көрсетілген. Суретте аталып отырған тәуелділік-
 тердің шектері жіңішке сызықтармен, ал қою қара сызықпен олардың орташа
 қабылданған графиктері көрсетілген. Суретті қарап, талдау нәтижесінде ауыр
 сазды топырақты орылған егін даласы үшін $\sigma = 38 \times 10^4$ Нс/м, жеңіл сазды то-
 пырақтағы орылған егін даласында $\sigma \sim 32 \times 10^4$ Нс/м, тың жерде $\sigma = 35 \times 10^4$ Нс/
 м, жырттылып сақталған жерде $\sigma = 33 \times 10^4$ Нс/м, құмайт сазды топырақ (орыл-
 ган егін даласы) үшін $\sigma = 36 \times 10^4$ Нс/м деп алуға болады. Ал осы топырақ
 түрлерінің шартты қатаңдықтарының орташа сан мәндері (10) формуласы бо-
 йынша аныкталады.

Табылған C_n және σ коэффициенттерінің сан мәндерін трактордың топы-
 рақпен ұстасу динамикасын зерттеу кезінде пайдалануға болады.

Ә Д Е Б Н Е Т

1. Тракторы: Теория: Учебник для студентов вузов по спец. «Автомобили и тракторы» /В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; Под общей ред. В.В. Гуськова. - М.: Машиностроение, 1988. - 376с.

2. Кацыгин В.В. Вопросы сельскохозяйственной механики. Т XIII. - Минск: «Урожай», 1964.

НІ УДК 621.9-114-529

И О ПРОГРАММНО-МАТЕМАТИЧЕСКОМ || ОБЕСПЕЧЕНИИ НАСТРОЙКИ РАЗМЕРНЫХ И СВЯЗЕЙ В МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКАХ

А.Ф. Проскуряков, О.В. Никитина

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайырова

III! *Маңалада дәлгденген оптималды нұсқаны қолдану мақсатымен*
||Ц *токарлық станокта молшерлік байланыстың күйге келтіру әдістері*
қарастырылады.

• ' *Рассматриваются методы настройки размерных связей на*
|||§ *многоцелевых станках с целью реализации обоснованного оптимального*
|||§ *варианта.*

The article shows the methods of installation-specific setting of dimensions ties on the lathes to realize the well-founded optimum alternative.

Архитектура настраиваемых размерных связей и методы их настройки определяются непосредственно программно-математическим обеспечением устройства ЧПУ, создаваемым на этапе его стыковки с технологическим оборудованием. Отсюда следует, что и архитектура настраиваемых размерных связей, и предлагаемые методы их настройки в силу их первичности и приоритетности должны подвергаться всестороннему анализу с использованием методики решения многовариантных задач. А последующее программно-математическое обеспечение устройства ЧПУ должно быть нацелено на реализацию обоснованного оптимального варианта.

С этой позиции проанализируем настраиваемые размерные связи в типовой компоновке многоцелевого станка, к которой относится сверлильно-фрезерно-расточной станок модели 2206ВМФ4 с устройством ЧПУ 2С42. Станок имеет два подвижных рабочих органа: шпиндельную бабку с движением по координате Y и стол с движениями по координатам X, Z и поворотом по координате B (рисунок 1). Верхнее крайнее положение шпиндельной бабки и левое переднее положение стола приняты конструктором за нулевые. Рабочая зона станка имеет вид прямоугольного параллелепипеда, размеры сторон которого определяются станочными параметрами P_{+x} ; P_{-y} ; P_{-z} постоянно хранящимися в памяти

устройства ЧПУ. Так как в многоцелевом станке оба рабочих органа являются подвижными, то необходимо в первую очередь уточнить положение нуля станка, с которым увязывается автоматическая измерительная система и соответственно начало системы координат станка (СКС).

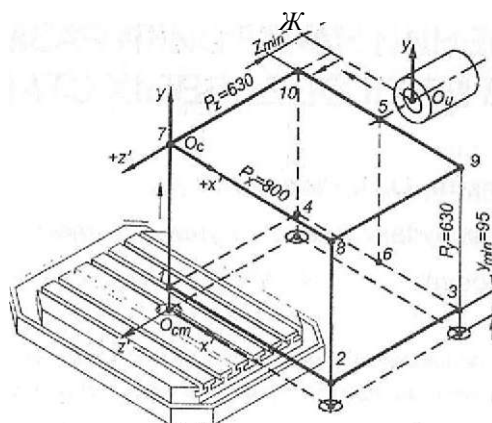


Рисунок 1 К определению положения нуля СКС

Привяжем начало системы координат инструмента (СКИ) к базовой точке шпиндельной бабки, лежащей на пересечении торцовой поверхности шпинделя и его оси, а к базовой точке стола, лежащей на пересечении его оси с зеркалом - систему координат стола (СКСт), как промежуточную систему между СКС и системой координат детали (СКД). Так как положение нуля станка (нуля СКС) определяют нулевые положения рабочих органов, то с учетом этих положений воспользуемся правилом параллельного переноса СКИ и СКСт по неподвижным координатам до их совмещения. Так СКСт будем перемещать по оси Y вверх, а СКИ по координатам X и Z соответственно влево и вперед. Совмещение этих систем координат произойдет в точке O_c , лежащей в вершине 7 рабочей зоны станка. Эта точка и будет соответствовать положению нуля СКС, т.к. является единственной общей точкой, к которой осуществляется привязка измерительной системы и от которой ведется отсчет перемещений рабочих органов при начале их движения из нулевых положений.

Три размера P_{+x} , P_{-y} и P_{-z} определяющие рабочую зону станка, являются исходными звеньями с которых начинается настройка размерных связей. Дополнительно к ним следует указать еще два размера, входящих в перечень технических характеристик станка. Это минимальное расстояние от торца шпинделя до оси стола (или адекватно до боковой грани рабочей зоны) Z_{min} и минимальное расстояние от оси шпинделя до зеркала стола y_{min} . Последний пара-

метр характеризует величину зависания рабочей зоны над зеркалом стола. Все указанные параметры в технической документации приводятся в приближенном виде, т.е. не подвергаются точной аттестации на заводе-изготовителе.

В многоцелевых станках, как правило, нулевое и исходное положения рабочих органов совмещены. Это связано с тем, что на многоцелевых станках трудоемкость обработки детали исчисляется десятками минут, а при снижении частоты замены заготовок, разделять нулевое и исходное положения становится нецелесообразным. Начало работы станка по командам УП начинается непосредственно из нулевых положений рабочих органов. Нулевое положение стола является достаточно удобным для замены заготовки и с эксплуатационной точки зрения.

В многоцелевых станках значительно расширена номенклатура станочных параметров, создающих вариантность в выборе исходных значений некоторых звеньев настраиваемых размерных связей, что позволяет в определенной степени оптимизировать сам процесс настройки и связанные непосредственно с ним вопросы последующей эксплуатации оборудования.

К такого рода параметрам в первую очередь следует отнести возможность оцифровки накопителей координат в нулевом положении рабочих органов любым числом со знаком в пределах допустимых перемещений. Практическую значимость этих параметров можно установить на основе анализа текущих положений рабочих органов, регистрируемых автоматической измерительной системой станка и визуализируемых на экране дисплея (рисунок 2).

Пусть в нулевом положении стола оцифровка координаты Z не производится и на экране дисплея высвечивается значение $Z=0$. Тогда с началом единственно возможного направления движения стола по координате « $-Z$ » отсчет перемещения будет производиться от нулевого значения этой координаты. На экране дисплея текущее положение стола будет представлено значением координаты $Z_{тек}$ в соответствии с рисунком 2,а, а расстояние между текущим положением стола и торцовой поверхностью шпинделя (в конечном итоге и вершиной инструмента) в этом случае можно определить как остаток пути методом расчета по формуле

$$z_{ост} \sim z^+ \wedge min \sim z_{тек} \cdot$$

Но при разработке УП предпочтительным является использование размера $z_{ост} \cdot \text{а с г}^0 \text{ р а с ч е т}$ лишь усложняет подготовку исходной информации к кодированию. К тому же в процессе наладки станка размер $Z_{ост}$ легче поддается измерению при необходимости и желательно, чтобы он был представлен на дисплее. Этот недостаток легко устраняется, если в нулевом положении стола координату Z оцифровать значением +630 мм, т.е. равном соответствующему параметру рабочей зоны станка. Тогда с началом движения стола в направле-

нии координаты "-Z" отсчет перемещения начинается с его исходного значения +630 мм, и будет постоянно уменьшаться. На экране дисплея будет визуализироваться значением $Z_{тек}$, как расстояние от торца шпинделя с учетом размера Z_{min} до центра стола в соответствии с рисунком 2,6. А пройденный столом путь будет определяться по формуле

$$z_{np} = z + z_{min} - z_{тек}$$

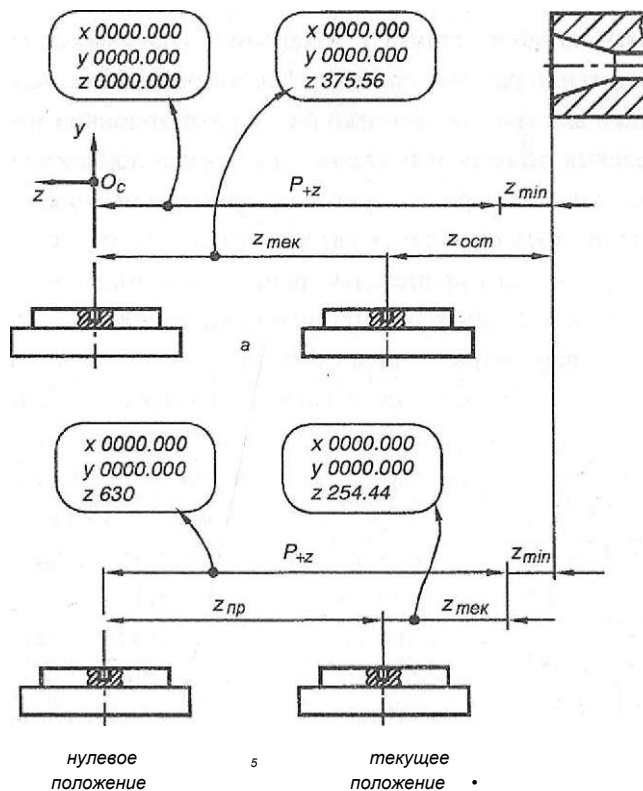


Рисунок 2 Изменение физического смысла звеньев размерных евшей от способа оцифровки накопителей координат

На основе аналогичных рассуждений можно показать, что наиболее рационально накопитель координаты Y в нулевом положении шпиндельной бабки оцифровать значением $Y=+630$ мм, а накопитель координаты X—400 мм, т.е. значением $0,5 P_{+x}$. Тогда при положении стола в средней части рабочей зоны, когда ось стола и ось шпинделя будут находиться в одной плоскости, на экране дисплея высветится значение координаты $X=0$.

Оцифровку накопителей координат в нулевом положении рабочих органов следует считать как один из возможных вариантов смещения нуля СКС по от-

дельным координатам, что соответствует варианту выбора значений «плавающего нуля». Этот вариант реализуется только при наладке станка, а именно в процессе настройки размерных связей.

Областью рационального применения этого варианта с учетом вышеизложенного следует считать случаи, когда смещение нуля по отдельным координатам производится из вершины 7 в другие какие-либо вершины рабочей зоны по координатам X , Z или из точки 5 в точку 6 по координате Y (рисунок 1).

Обозначим величины смещений нуля СКС по отдельным координатам в соответствии с принятыми значениями оцифровки накопителей координат в нулевом положении рабочих органов через $X_{0.см.}$, $Y_{0.см.}$ и $Z_{0.см.}$. Тогда модальное равенство этих смещений и значений параметров P_x , P_y и P_z

$$|X_{0.см.}| = |P_x|, |Y_{0.см.}| = |P_y|, |Z_{0.см.}| = |P_z|,$$

определят их одинаковое функциональное назначение, а значит и их взаимозаменяемость в настраиваемых размерных связях.

С помощью процедур ввода станочных параметров в память устройства ЧПУ, оцифровки накопителей координат в нулевом положении рабочих органов и с учетом технических характеристик станка z_{mj_n} , y_{mj_n} устанавливается односторонняя связь между СКС, СКИ и промежуточной системой координат стола СКСт, т.е. настраивается одна ветвь замкнутой размерной цепи по отдельным координатам X , Y , Z .

При настройке второй ветви размерных связей в многоцелевых станках в память устройства ЧПУ вводятся аттестованные значения вылетов режущих инструментов и данные для организации многократных, в том числе и повторяющихся смещений нуля СКС по отдельным координатам при автоматической обработке управляющей программы, т.е. непосредственно в процессе обработки детали. Необходимость многократных и повторяющихся смещений нуля в многоцелевых станках возникает в первую очередь при взаимоувязке СКСт и СКД. Кроме этого, с учетом специфики простановки размеров на чертежах деталей корпусного типа и с целью уменьшения трудоемкости перерасчета размеров, необходимость которого возникает в случае привязке их к единым базовым поверхностям, смещение нуля СКС можно увязывать не только с этими базовыми, но и с любыми другими поверхностями детали, например, с осью основного отверстия, от которого заданы размеры вспомогательных (крепежных) отверстий.

По этим причинам и с учетом варианта оцифровки накопителей координат в нулевом положении рабочих органов в многоцелевых станках с помощью программного обеспечения устройства ЧПУ предусматривается еще два вариан-

та организации смещения нуля по отдельным координатам: наладочно-программируемый и собственно программируемый. При наладочно-программируемом способе смещение нуля СКС осуществляется вводом в управляющую программу функций $G71...G75,a$. величины смещений вводятся в специально отведенную память устройства ЧПУ при наладке станка. При программируемом способе смещение нуля осуществляется вводом функции $G92$ и непосредственно величин смещения по отдельным координатам.

Манипулирование вылетами режущих инструментов при формировании второй ветви размерных связей осуществляется по аналогии со смещением нуля с помощью функций $G71...G75$. В многоцелевых станках безусловной аттестации подлежит вылет режущего элемента по оси Z. Вылет инструмента по оси X или Y, который соответствует диаметру режущего инструмента, необходимо учитывать лишь в отдельных случаях; например, при обработке различных контуров концевыми фрезами, т.е. в тех случаях, когда траектория движения оси инструмента осуществляется по эквидистантному контуру.

Вылеты режущих инструментов или инструментальных блоков с учетом инструментальной оснастки, настраиваются и аттестовываются обычно на специальных приборах и установках вне станка. В процессе наладки аттестованные вылеты режущих инструментов вводятся в специально отведенную область памяти устройства ЧПУ - массив D-корректоров.

В УП учет вылетов режущих инструментов осуществляется вводом соответствующих <7-функций (например, $G47$, $G48$) в сочетании слов

$G47D12$,

$G48 D23$,

где $G47$ - соответствует коррекции на вылет инструмента со своим знаком (т.е. с учетом знака вылета режущего инструмента, занесенного в память устройства ЧПУ);

$G48$ - соответствует коррекции на вылет инструмента с противоположным знаком;

$D12$ - числовая информация после адреса D соответствует коду режущего инструмента.

В многоцелевых станках предусматривается ряд групп станочных параметров, вводимых в память устройства ЧПУ при наладке станка, предназначенных для повышения точности настройки размерных связей. С помощью такого рода параметров может осуществляться коррекция люфтов, коррекция накопленной погрешности перемещений, коррекция нулевого положения, ограничение скорости позиционирования, скорости выхода в нулевое положение и т.п. Значимость этих параметров относится уже к области анализа точности настраиваемых размерных связей.

С учетом рассмотренных особенностей общая архитектура настраиваемых размерных связей в многоцелевом станке может быть представлена тремя замкнутыми размерными цепями (рисунок 3)

по координате Z: $P_z - Z_{min} - z_u - Z_m - Z_m$,

по координате Y: $f_y \sim Y_{min} \sim Y_{ni} \sim Y_m \sim Y_l$,

по координате X: $\% \sim X_{tvi} \sim X_{yn}$.

Представление размерных связей в виде замкнутых размерных цепей не является единственным и достаточным условием для чисто механического переноса существующей теории анализа и расчета этих цепей в рассматриваемом их практическом применении. Дело в том, что до настоящего времени практически отсутствует информационная база, раскрывающая механизм образования погрешности каждого отдельно взятого звена размерных связей, количественной оценки этих погрешностей, и как следствие отсутствует база по нормированию допусков на отдельные звенья размерных связей. В тоже время не следует стремиться «обогащать» размерные связи в рассматриваемом аспекте некоторой новой терминологией взамен уже общепринятой, узаконенной соответствующими стандартами. С этой точки зрения можно провести аналогию между известными методами расчета размерных цепей и общей укрупненной классификацией методов настройки размерных связей в целом, без дифференциации их по отдельным звеньям.

В этом случае настройка размерных связей по методу полной взаимозаменяемости будет соответствовать случаю, когда на этапе технологической подготовки производства все составляющие звенья этих связей предварительно аттестованы и представлены в эскизе наладки станка. При этом точность аттестации должна быть выполнена не только с учетом погрешностей статического состояния размерных связей, но и с прогнозированием их деформации под действием динамических процессов в период непосредственно технологического воздействия на заготовку. Другими словами, точность настройки размерных связей должна гарантировать с высокой вероятностью выполнение требований чертежа по показателям точности обрабатываемых поверхностей. Сам же метод настройки размерных связей в этом случае будет сведен к вводу размерной информации с эскиза наладки станка в память устройства ЧПУ.

При уменьшении вероятности выполнения требований чертежа детали, что связано со снижением точности аттестации отдельных звеньев настраиваемых размерных связей, возможен переход к настройке по методу неполной взаимозаменяемости. В этом случае выход отдельных показателей точности выполнения технологической операции за нормируемые пределы, обнаруженные по результатам обработки первой детали, устраняются вводом коррекций на раз-

мерные перемещения, корректировкой отдельных звеньев размерных связей.

Возможен случай, когда по результатам точной аттестации группы звеньев, подбирается (ются) размер (ы) не аттестованного звена (ьев).

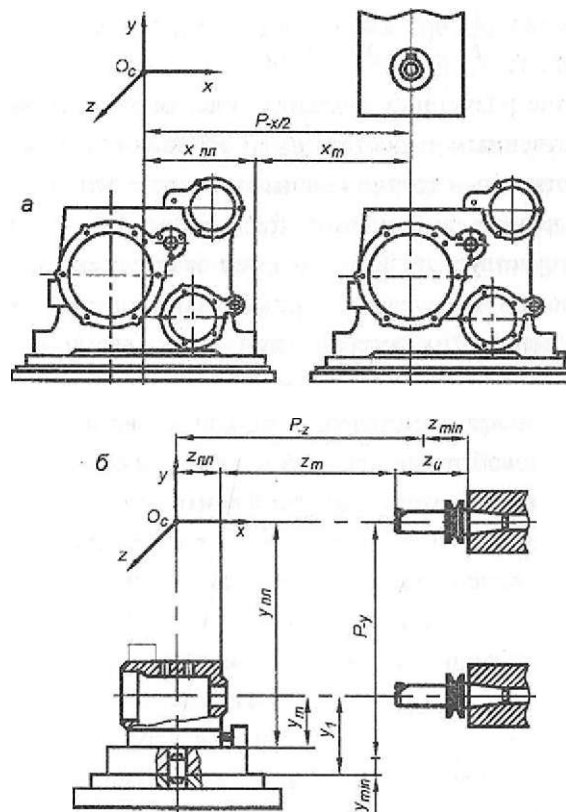


Рисунок 3 Настраиваемые размерные связи в многоцелевом станке

При гарантированном обеспечении качества выполнения технологической операции этот метод настройки размерных связей будет реализовывать принцип групповой взаимозаменяемости, при сохранении того же принципа ввода размерной информации с эскиза наладки станка в память устройства ЧПУ.

Таким образом, рассмотренные три метода настройки размерных связей будут отличаться друг от друга методами и точностью аттестации отдельных звеньев на этапе технологической подготовки производства.

Следующие два метода предполагают аттестацию отдельных звеньев с использованием метода пробных проходов непосредственно в процессе наладки станка. Если по результатам пробных проходов выполняется регулировка отдель-

ных звеньев, то будет иметь место настройка размерных связей по методу регулировки. Регулировке могут подвергаться вылеты режущих инструментов, базовые элементы приспособлений для установки и закрепления заготовки и др.

И, наконец, преимущественно используемый в настоящее время метод настройки размерных связей на многоцелевых станках, следует отнести к настройке с использованием метода пригонки. Здесь по результатам пробных проходов вылет инструмента или значение плавающего нуля подгоняются под значение, компенсирующее все виды статических и динамических погрешностей.

Дальнейшая классификация методов настройки размерных связей может быть дифференцирована относительно отдельных звеньев. Так, аттестация вылетов режущих элементов может быть: внестаночной с использованием специальных приборов, приспособлений, выполнена с использованием метода пробных проходов, специальных измерительных циклов, вводимых в УП. Такими же методами и дополнительно с помощью выверки приспособления можно аттестовать положение нуля СКД и значение плавающего нуля по отдельным координатам. С использованием автоматической измерительной системы станка можно выполнить аттестацию станочных параметров, характеризующих размеры рабочей зоны станка, значение параметров z_{min} и $y_{m\{n}$ •

На основе выполненного анализа общей архитектуры и методов настройки размерных связей в станках с устройством ЧПУ можно сделать следующие выводы:

- настраиваемые размерные связи могут быть представлены в виде замкнутых размерных цепей по каждой управляемой координате;
- в обобщенном виде методы настройки размерных связей могут быть сведены к известным методам решения размерных цепей; вариантность настройки значительно расширяется с учетом использования различных методов аттестации отдельных звеньев размерных связей;
- для придания каждому варианту настройки признака конкурентоспособности необходимо создать информационную базу для анализа точности настройки, временных затрат на настройку размерных связей и наладку станка в целом.

II УДК 622.807

11 ОБЪЕМЫ ЭЖЕКТИРОВАНИЯ ПРШ 11 ПЕРЕГРУЗКАХ КУСКОВОЙ И ГОРНОЙ МАССЫ

ПК. Сатарова

*Карагандинский государственный
технический университет, г. Караганда*

III§ *Эжекция пайда болу бойынша теориялық зерттеулер орындалды және бөлшектік тау-кен массасын қайта жүктеу кездегі тартымды ауаның көлемін он ықтау үшін тәуелділіктер шынды.*

III! *В статье выполнены теоретические исследования по изучению явления эжекции и получены зависимости для определения объемов увлекаемого воздуха при перегрузках кусковой горной массы.*

Theoretical (abstract) research was done upon studying the condition of ejection and dependence for determining the volume (level) of ejection air was obtained on overloading mining mass.

Явление эжекции (увлечение воздуха движущимися кусками горной породы) является одной из основных причин высокой запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы. Режим работы перегрузочных узлов может быть стационарный и периодический. Перегрузка горной породы может производиться по вертикальным, наклонным желобам или без их применения.

Увлечение воздуха вызвано передачей энергии падающих кусков породной массы окружающей среде. При этом силами взаимодействия между ними являются силы трения, выраженные через силу лобового сопротивления W . Для одной частицы имеем [1,2]

$$\frac{1}{2} \rho v^2 S, \quad (1)$$

где c - коэффициент лобового сопротивления одиночного куска;
 S - площадь миделева сечения, m^2 ;
 ρ - плотность воздуха, kg/m^3 ;

v_T - скорость движения материала в течке, м/с;

$v_{\text{в}}$ - скорость движения воздуха в течке, м/с.

Рассмотрим эжекгирующие способности кусковых материалов, при которых, учитывая сравнительно большой размер их частиц и плотность, при определении скорости движения силами лобового сопротивления можно пренебречь. Тогда, параметр «с» может быть определен по формуле [3]

$$c = c_0 = 0,45 \Phi, \quad (2)$$

где c_0 - коэффициент лобового сопротивления в автомоделной области чисел Рейнольдса;

Φ - динамический коэффициент формы частиц, равный 2,42 для частиц округлой, 3,08 - продолговатой, 1,0 - шарообразной и 3,49 -неправильной форм.

Считая, что в желобе возникновение воздушных потоков вызвано только увлекающим действием перегружаемого материала и отсутствуют другие причины их появления, т.е. $\beta = 0$, можно мощность воздушного потока представить как

$$N = nWv_T, \quad (3)$$

где n — Gt/V — количество частиц одновременно находящихся в желобе и участвующих в эжекгировании;

G - расход горной массы, M^1 / C ;

t - продолжительность нахождения в желобе частицы, равная для стационарных вертикальных перегрузок $t = H/v \cdot c$;

V - объем одной частицы, m^3 ;

H - высота перегрузки, m ; v_k - конечная скорость падения кусков, м/с

Ранее было получено, что [4]

$$N = \frac{G^2 H^2 c^2}{v_k^2 V} \quad (4)$$

Мощность воздушного потока, проходящего по желобу, можно представить по известной формуле как

$$(5)$$

где R - аэродинамическое сопротивление желоба, $N \text{ с}^2/m$;

Q - расход воздуха по желобу, m^1 / c .

Приравняв правые части выражений (4) и (5) получим

$$V = 6R \cdot \left(\frac{1}{\Phi} + \frac{c_{\text{ш}}}{R-d} \right) \cdot \frac{M}{\rho} \quad (6)$$

где $c_{\text{ш}}$ — коэффициент лобового сопротивления частиц шарообразной формы, в области автомодельности, равный 0,45.

При движении частиц горной массы в желобе необходимо через коэффициент лобового сопротивления учитывать условия стесненности, т.е. [5] $\Phi = \Phi_0 \cdot E_d$ где E_d — поправка на коэффициент лобового сопротивления из-за влияния стенок канала при турбулентном режиме течения, равная

$$E_d = [1 + 2,1 \cdot (d/D)] \cdot (1 - d/D) \cdot (1 - d/D)^2 \quad (7)$$

D - размеры стенок желоба, м;

E_v - коэффициент влияния соседних частиц, который рекомендуется определять по выражению $E_v = 1,56 - 0,155 \cdot \Gamma/d$; [6]

Γ - расстояние между соседними частицами.

Установлено, что при $D/d \rightarrow \infty$ влиянием стенок канала можно пренебречь.

На количество эжектируемого воздуха влияет не только аэродинамическое сопротивление движения воздуха, но и местные сопротивления: вход воздуха из верхнего укрытия в желоб $\xi_1 = 0,3$, выход воздуха из желоба в укрытие $\xi_2 = 1,05$ (здесь ξ_1 и ξ_2 - коэффициенты местного сопротивления) [2].

Потери воздушного напора, затраченного на преодоление какого-либо местного сопротивления, можно определить по формуле Вейсбаха [2]

$$\Delta h_{\text{л}} = \xi \cdot \frac{\rho \cdot Q_m^2}{2gF^2} \quad (8)$$

где ρ - удельный вес воздуха.

Учитывая, что $h_{\text{л}} = R_m \cdot Q_m^2$ (здесь R_m - аэродинамическое сопротивление движению воздуха при преодолении местных сопротивлений; Q_m - расход воздуха по желобу при напоре $h_{\text{я}}$ и $v = (\sqrt{2g(h_{\text{я}} - h_{\text{л}})})$) можно местные сопротивления выразить через $R_{\text{л}}$, т.е.

$$R_{\text{л}} = \frac{2gF^2 \cdot \xi}{Q_m^2} \quad (9)$$

где Σ - сумма коэффициентов местных сопротивлений отнесенных к конечной части желоба.

Тогда суммарное сопротивление движению воздуха по желобу можно принять как

$$R_2 = R + R_M \quad (10)$$

С учетом изложенного расход эжектируемого воздуха по вертикальному желобу при отсутствии аспирации будет равен

$$Q = 0.82 \sqrt{\frac{E_0 - E_D - 0.5 G - H - p - v_k^2}{\rho}} \quad (11)$$

При отсутствии желоба мощность эжектируемого потока воздуха можно представить как [7] $N = Q h = Q 0.5 u^2 \rho g$, (12)

где A - динамическое давление эжекционного потока, Н/м² ;

u - скорость движения воздуха, м/с;

g - ускорение свободного падения, м/с².

Приняв, что контуры эжекционного потока находятся в пределах сечения падающего материала в горизонтальной плоскости F и, приравняв правые части (12) и (4) получим, что

$$Q = \sqrt{\frac{g c \cdot \Phi O H F^2 - \rho \cdot k}{4 \rho \cdot 0.5 d - t}} \quad \text{м}^3/\text{с} \quad \text{и} \quad \text{м}^2$$

С учетом условий стесненности для частиц произвольной формы имеем

$$a = w f \wedge , \wedge \quad (14)$$

Для наклонных желобов при стационарном движении горной массы ранее было получено [6]

$$Q = \eta \rho \omega_k \sqrt{\frac{U}{B \rho}}$$

где b - ширина желоба,

U - длина эжектирования воздуха (при отсутствии воздушных потоков в желобе $B \rho = B \rho$);

$l_{ж}$ - длина желоба, м;

R' - аэродинамическое сопротивление узла перегрузки с учетом заполнения желоба, н-с²/м⁸.

Формула (15) не учитывает коэффициенты местных сопротивлений при входе воздуха в желоб и выходе из него, а также возможные повороты воздушного потока при перегрузках горной массы по наклонным желобам с различным углом наклона к горизонту. С учетом вышеизложенного в окончательном виде формулу (15) можно представить как

Для вертикальных перегрузок периодического действия количество кусков, находящихся в желобе будет равно

$$Y_0 = 6Y_0$$

где Y_0 - одноразовый объем перегружаемой горной массы.

Выполнив аналогичные математические преобразования, получим следующие формулы для нахождения объемов эжектируемого воздуха при наличии вертикального желоба и при отсутствии последнего:

$$Q_{\text{н}} = \frac{Q}{\dots} \dots \dots \dots (18)$$

$$Q = \dots \dots (19)$$

Таким образом, в результате выполненных теоретических исследований получены зависимости для определения объемов эжектируемого воздуха при перегрузках кусковой горной массы, наиболее полно учитывающие параметры перегружаемого потока материала, конструктивные и геометрические особенности перегрузочных узлов,

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции. -М.: Профиздат, 1956. - 197 с.

- 2 Альтшуль А.Д., Кисилев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. - М.: Стройиздат, 1975. - 323 с.
- 3 Афанасьев И.И., Вашенко В.С., Генералов Г.С. и др. Обеспыливание воздуха на фабриках горнообогатительных комбинатов. - М.: Недра, 1972. - 184 с.
- 4 Гращенюв Н.Ф., Харьковский В.С., Цай Б.Н. Исследование зжесгарующих свойств падающего материала// Горный журнал, Изв. Вузов. -1977. - №9. - С.56-59.
- 5 Горбис З.Р. Теплообмен и гидромеханика дискретных сквозных потоков. -М: Энергия, 1970. -424 с.
- 6 Цай Б.Н. Исследование и совершенствование аспирационного обеспыливания воздуха в дробильно-сортировочных цехах горнорудных предприятий: автореферат канд. дисс. - Караганда, 1978. - 19 с.
- 7 Идельчик И.Э. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. - М.: Машиностроение, 1975.-205 с.

УДК 531.8

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ МАШИН

Е.К.Сарымов

*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

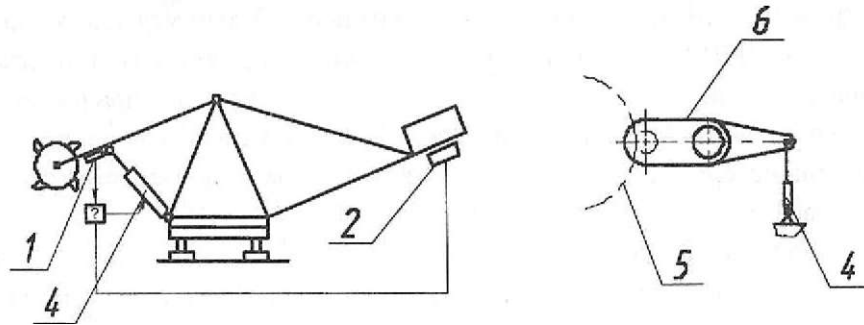
*Мақалада жер және ашық тау жұмыстарына арналған
1111 машиналардың вибротураттылық механизмі талданды және олардың
lift металлоконструкциясының теңселуін төмендететін эффективті
УЦ құралдар анықталды.*

*§|£| Проанализирован механизм виброустойчивости машин для земляных
Ш!1 и открытых горных работ и выявлены эффективные средства для снижения
колебаний их металлоконструкций.*

*The author has analyzed the mechanism of chatter stability of earth-
moving and stripping machines and discovered effective means to reduce the
vibrations of their metalware.*

В связи с интенсификацией рабочих процессов возрастают требования к виброустойчивости машин для земляных и открытых горных работ. Невозможность работы на оптимальных режимах из-за ограничений, накладываемых колебаниями, приводит к нерациональному использованию техники. Роторные экскаваторы, например, не реализуют повышенные усилия копания, в результате чего возрастает объем буровзрывных работ.

Необходимым требованиям удовлетворяют системы активного гашения колебаний, включающие в себя вибродатчики и силовой орган, воздействующий на конструкцию в функции сигналов датчиков таким образом, чтобы уменьшить колебания основных узлов. В качестве силового органа можно использовать двигатель поворота роторного экскаватора, гидроцилиндры подъема стрелы (Рисунок 1, а), привод подачи бурового станка, а также дополнительные устройства (Рисунок 1, б).



а)

б)

Рисунок 1

Установлено, что для определения структуры и параметров подобных систем можно пользоваться упрощенными динамическими моделями [1] и формировать закон управления гасителем в виде

$$X_{\gamma} = Z_{\gamma} K_{\gamma} x_{\gamma} \quad (\gamma = 1, 2, \dots),$$

где: X_{γ} — перемещение исполнительного органа гасителя;

X_j — обобщенные координаты;

K_{γ} — коэффициенты передачи, значения которых находятся методом последовательных приближений из условия ограничения амплитуд резонансных колебаний путем перебора вычисляемых амплитудно-частотных характеристик;

При этом обязательна проверка устойчивости динамической системы. В качестве нулевого приближения можно принимать

$$= (K_{дин} \omega^i) >$$

где: $K_{дин} \omega^i$ ~ заданное значение коэффициента динамичности при резонансе;

ω^i - частота колебаний парциальной системы по координате L^i ;

Теоретически увеличивая коэффициент K_{γ} , можно уменьшить величину $K_{дин} \omega^i$ до единицы и менее. Практически, минимальные значения $K_{дин} \omega^i$ ограничиваются собственной устойчивостью системы управления гасителем как звена с большим коэффициентом усиления в условиях помех. Для уменьшения общего коэффициента усиления целесообразно выбрать место установки силового органа гасителя так, чтобы демпфирующее усилие, отнесенное к амплиту-

де нагрузки на рабочем органе, было минимальным. Например, для роторного экскаватора ЭРШР-1600 при гашении колебаний в горизонтальной плоскости указанная величина составляет 1,05; 6,4; 12,3; соответственно, при расположении гасителя в узле крепления роторной стрелы, в узле крепления редуктора механизма поворота (Рисунок 1, б) и при использовании в качестве силового органа гасителя - двигателя поворота.

Для снижения расчетной мощности гасителя рекомендованы методы компенсации статической составляющей давления в гидросистеме. С целью уменьшения влияния сил трения в гидроцилиндре на эффективность демпфирования предлагается корректировать закон управления силовым органом гасителя таким образом, чтобы форсировать его движение, когда фазы демпфирующих и упругих сил совпадают по знаку. Та же цель достигается, демпфирующая сила прикладывается к колеблющимся узлам с помощью дополнительных элементов (тяг, подвесок, вант), разгруженных от статических и упругих сил. Влияние постоянной времени силового органа гасителя на эффективность демпфирования компенсируется коррекцией по первой производной от управляющего воздействия, которая снимается непосредственно с датчика ускорения.

Наряду с силовыми управляемыми гасителями перспективны **динамические гасители с активным элементом**, встроенным в упругую связь между гасителем и объектом защиты (рисунок 2).

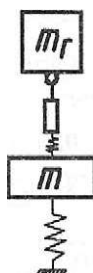


Рисунок 2

Если обычный динамический гаситель при отношении его массы к массе объекта, равном 2 %, и оптимальной настройке не позволяет получить коэффициент динамичности при резонансе менее 11, то динамический гаситель с активным элементом обеспечивает снижение до 1 и менее. При этом гаситель не чувствителен к расстройке по частоте. В качестве закона управления гасителем можно использовать закон

$$X_y = A \cdot x + B \dot{x},$$

где: x — перемещение объекта;

A, B — константы, определяемые разработанным методом, исходя из заданной величины $K_{дин}$;

Подобный гаситель удобен, например, для снижения изгибных колебаний стрелы и гашения локальных вибраций.

Достижимое в результате введения искусственного демпфирования уменьшение перемещений рабочего органа стабилизирует рабочий процесс и устраняет опасность возникновения автоколебаний при любых паспортных режимах работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков Д.П., Черкасов В.А. Динамика и прочность многоковшовых экскаваторов и отвалообразователей. - М.: Машиностроение, 1969. - 408с.
2. Ветров Ю.А. Расчеты сил резания и копания грунтов. - Киев: Киевский университет, 1965,-245с.

УДК 666.646

11 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ОБЖИГЕ* КЕРАМИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ ИЗ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ

J! В.Т. Станевич, Б.Ч. Кудрышова, К. Ибрагимов

|| Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова

Жұмыста органикалық заттардың жану жағдайында минералқұрылатып урдістердің зерттелуі мен күйдіру режимін оптимизациялау маңсатымен керамикалықұлғишрдің қую кезінде өтетін урдістер қарастырсслады.

В работе приводится исследование процессов, протекающих при обжиге керамических образцов, с целью оптимизации режима обжига и изучения процесса минералообразования в условиях выгорания органических веществ.

The article deals with the research of processes being the result of roasting the ceramic recovery to optimize firing conditions and study the process of mineral formation in the conditions of organic substances burning out.

Обжиг керамических образцов является основным пределом, влияющим на образование кристаллизационной структуры, физико-механические свойства и качество готовых изделий.

Отходы угледобычи по минеральному составу относятся к каолинито-гидро-рослюдистому сырью и отличаются от традиционных глин наличием органического вещества. С целью оптимизации режима обжига и изучения процесса минералообразования в условиях интенсивного выгорания органических веществ проведены исследования по определению характеристик плавкости, а также дифференциально-термический, петрографический, дифрактометрический анализы образцов, обожженных при различных температурах.

На нагревательном микроскопе МНО-2 установлены температуры соответствующие деформации образцов, их максимальной усадке и вспучиванию при которой образцы образуют полусферу и переходят в жидко-плавкое состояние

Анализ полученных данных показал, что начало деформации образцов из ариллитОВ наблюдается при 1000-1080 °С\ Начало спекания образцов отмечено при 1240-1250 °С, интервал спекания составил 210-230 °С По температуре спекания 1240-1250 °С исследуемые породы можно отнести к группе средне-температурного спекания. При 1450 - 1470 °С наблюдается вспучивание образцов. При исследовании характеристик плавкости, температуры размягчения, при которой образец превращается в полусферу можно считать показателем огнеупорности пород, так как при этой температуре еще не происходит плавление образцов. Аргиллиты относятся к группе тугоплавкого сырья с показателем огнеупорности 1500-1580 °С . Жидко-плавкому состоянию аргиллитов соответствует температура 1550-1590 °С



Рисунок 1 Характеристики плавкости образцов ш вскрышных пород

Анализируя характеристики плавкости аргиллитов разрезов «Степной» и «Майкубонский». следует отметить, что наибольшее изменение структуры образцов происходит при их термической обработке в интервале температур соответствующих деформации при максимальной усадке и максимальном вспучивании. при идентичности процессов спекания для всех горизонтов залегания

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о целесообразности обжига изделий из аргиллитов до максимальной температуры порядка 975-1025 °с в условиях выгорания органических веществ с образованием, минералов, способствующих формированию керамического черепка.

Обжиг образцов из отходов угледобычи оптимального фракционного состава производили до максимальной температуры 950, 975 и 1000 °С с интервалом обжига 10 град/час и изучали при этом процессы минералообразования (таблица 1).

В образцах обожженных при температуре 450 °С сохраняются неизменными - кварц, полевые шпаты, оксиды и гидроксиды железа и глинистые минералы. По внешнему виду образцы имеют черную окраску в середине и темно-красную по краям, что свидетельствует о начале выгорания органического вещества. Рентгенограммы подтверждают наличие рефлексов кварца, полевых шпатов и глинистых минералов, представленных каолинитом, гидрослюдой и монтмориллонитом .

При обжиге до температуры 550-800 °С на рентгенограммах исчезают рефлексы каолинита, что свидетельствует о дегидратации глинистых минералов и переходе каолинита в метакаолинит. Под микроскопом наблюдаются оплавленные зерна кварца в краевой зоне образцов. Образцы приобретают более

плотную структуру в светлой краевой зоне. В центральной части образцы имеют темную зону с выгоревшим Органическим веществом

1 таблица Температурные интервалы физико-химических процессов, протекающих при обжиге образцов из «газовых» месторождений

Основные физико-химические изменения	Температура, °С			
	Разрез «Степной» Горизонт +50	Горизонт + 100	Разрез Майкубский Аргиллит	Разрез Майкубский Аргиллит
Выделение и конденсация воды	90-110	90-190	90-200	100-190
Воспламенение и выделение летучих вещей	250-380	250-380	270-390	290-400
Выделение среднетемпературной копсы	540-620	480-630	520-630	530-640
Воспламенение и выделение высокотемпературной копсы	430-700	450-780	450-790	480-800
Выделение высокотемпературной копсы	760-800	720-810	740-800	670-730
Воспламенение и выделение вещей	850-950	910-950	920-975	850-950
Начало образования жидкой фазы	860	910	930	840
Кристаллизация новообразованных жидких фаз	960-990	970-990	980-1000	960-990

! При температуре обжига 900 °С происходит аморфизация глинистых минералов и появляется жидкая фаза. На рентгенограммах присутствуют рефлексы кварца, полевого шпата и гематита.

При 950 °С образцы представляют собой обожженный черепок с выгоревшей зоной, но при этом присутствует небольшая центральная зона темного цвета с выгоревшим органическим веществом. Зерна кварца и полевого шпата оплавлены. На рентгенограммах сохраняются рефлексы кварца ($d/p \sim (3.425, 0.334, 0.228; 0,212 \text{ нм})$) и полевого шпата

($d/p \sim 0.366; 0.154 \text{ нм}$). Появляются рефлексы гематита

($d/p \sim 0.22 \text{ нм}$) и кристобалита ($d/p \sim 0,251 \text{ нм}$).

Повышение температуры обжига до 975 °С приводит к дальнейшему уплот-

нению структуры черепка, сопровождаемое увеличением количества жидкой фазы. Происходит полное выгорание органического вещества и исчезает черная сердцевина. Наблюдаются оплавленные зерна кварца и полевого шпата, в светло-коричневых участках присутствуют кристаллы муллита. На рентгенограммах также фиксируются рефлексы кварца, полевого шпата, гематита, муллита и кристобаллита.

При обжиге образцов до 1000 °С происходит полная аморфизация глинистых минералов, сопровождающаяся дальнейшим увеличением жидкой фазы и уплотнением черепка с уменьшением линейных размеров образцов. Краевая зона образцов имеет светло-коричневую окраску, но остается невыгоревшей сердцевина темного цвета. Это происходит из-за интенсивного спекания краевой зоны, и в центральной зоне из-за ограниченного доступа кислорода не успевает выгорать органическое вещество. На рентгенограммах сохраняются рефлексы кварца, полевого шпата, гематита, муллита и кристобаллита.

Таким образом, в результате проведенных исследований изучены процессы образования кристаллизационной структуры образцов из аргиллитов при их обжиге и исследована кинетика выгорания органических веществ с целью оптимизации режимов термической обработки.

УДК 521 311

КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Б.Б. Утегулов, А.О. Байтемирова

*Павлодарский государственный университет**им. С.Торайгырова*

*Һү: жумьСсти -ціерге/ппкылык жуж ^Шкмiяің ессiуnsv
KfifHvwKiwtnvriHiH 'Нірлық пеш.-: ofiіctсрі шрттРЯеМЖ&Ш тү, <iu>c
ітспіПеу мщли'й рткгя.ч-аі. 'Серптеу арасында бирлық негiінде еЩшщу
,,: м:ифжс:ii:!!ц fwa.ittm бeрo.сн*

Б рщйте щщщйится исс. всiаеаиie мeятсіeе расчета параметр,
режимам •iJVКртпnvc'.L'-tuMei'.KU). систем, в ходе которого пили
пршна.-шЩюпы 'уиі:< тeлющс методы расчета. В р;туп.тамі' <)шю
оценки •іффвктыШУМті всех jт •<.чи»[Л-ңмыхметоОп» гмечета.*

*!п job the !\ or h of methods qf f/ycount of parameters of modes of
ck-t.m>pnvcr systems is ч.K'a!. it. which course the existing methods of account
n crc analysed. In result the estimation of 'efficiency of tM considered metheais
of account ('.< given.*

і. оврмснная элск-іроэіісргсгическая система (ЭЭС) предъявляет новые требования к разработке теории и методов анализ используемых для расчета параметров режимов. В настоящее время разработано значительное количество программ, реализующих различные методы. Установившаяся практика расчета параметров режима ЭЭС в условиях централизованного электроснабжения привела к разработке разнообразных методов на основе упрощенной ее модели [1].

В качестве рассматриваемых режимов электроэнергетических систем рассматриваем установившийся и ав^ийный режимы, основными параметрами являются .параметры, характеризующие режим работы ЭЭС. такие, как перо тещ&ше мощности, потери электроэнергии, у ровни напряжений,

Методы решения можно разделить на две большие группы прямые и иторационные. К прямым относятся методы, позволяющие получить решение в результате конечного числа арифметических операций, зависящего только от вычислительной схемы, а также от порядка и структуры матрицы коэффициента»

системы уравнений. В математике методы этой группы называются также точными, поскольку, если исходные данные заданы в виде целых чисел или обыкновенных дробей и вычисления выполняются по правилам действия над обыкновенными дробями, то решение также получается точным. Отметим, что при решении технических задач на компьютерной технике из-за погрешности задания исходной информации (с допустимой для данной задачи точностью) и неизбежного округления промежуточных результатов вычислений (определяемого разрядностью машинного слова) получить точный результат принципиально невозможно, и в этом смысле термин «точный метод» условен [3]. К прямым методам относятся: Метод Крамера, методы последовательного исключения неизвестных (метод Гаусса и его модификации), метод ортогонализации.

К итерационным относятся методы, с помощью которых решение системы линейных алгебраических уравнений получается как предел последовательных приближений, вычисляемых посредством единообразных операций. В математике итерационные методы называются приближенными, поскольку даже в предположении, что вычисления ведутся без округлений, они позволяют получить решение системы уравнений лишь с заданной точностью. К итерационным методам относятся: метод простой итерации, метод Зейделя, градиентные методы и их модификации.

Расчеты установившихся режимов составляют существенную часть общего объема исследований электроэнергетических систем, выполняемых как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации этих систем. Эти расчеты необходимы при выборе конфигурации схемы электрической системы и параметров ее элементов, анализе устойчивости и оценке токов коротких замыканий, определении наиболее экономичных режимов ее работы. Кроме того, расчеты установившихся режимов имеют и большое самостоятельное значение, так как позволяют ответить на ряд практически важных вопросов, а именно, что:

- данный режим осуществим, т.е. возможна передача требуемой мощности от источников электроэнергии к потребителям;
- токи, протекающие по элементам электрической системы, не превышают допустимых, даже в тех случаях, когда некоторые из них отключены (в послеаварийных режимах[^]
- ~ напряжения в узловых -сочках системы к[©] выходят за заданные пределы

Разработанная классификация поясняется схемой, показывающей подробное подразделение методов расчета параметров режимов электроэнергетически/ систем и приведенной на рисунке I.

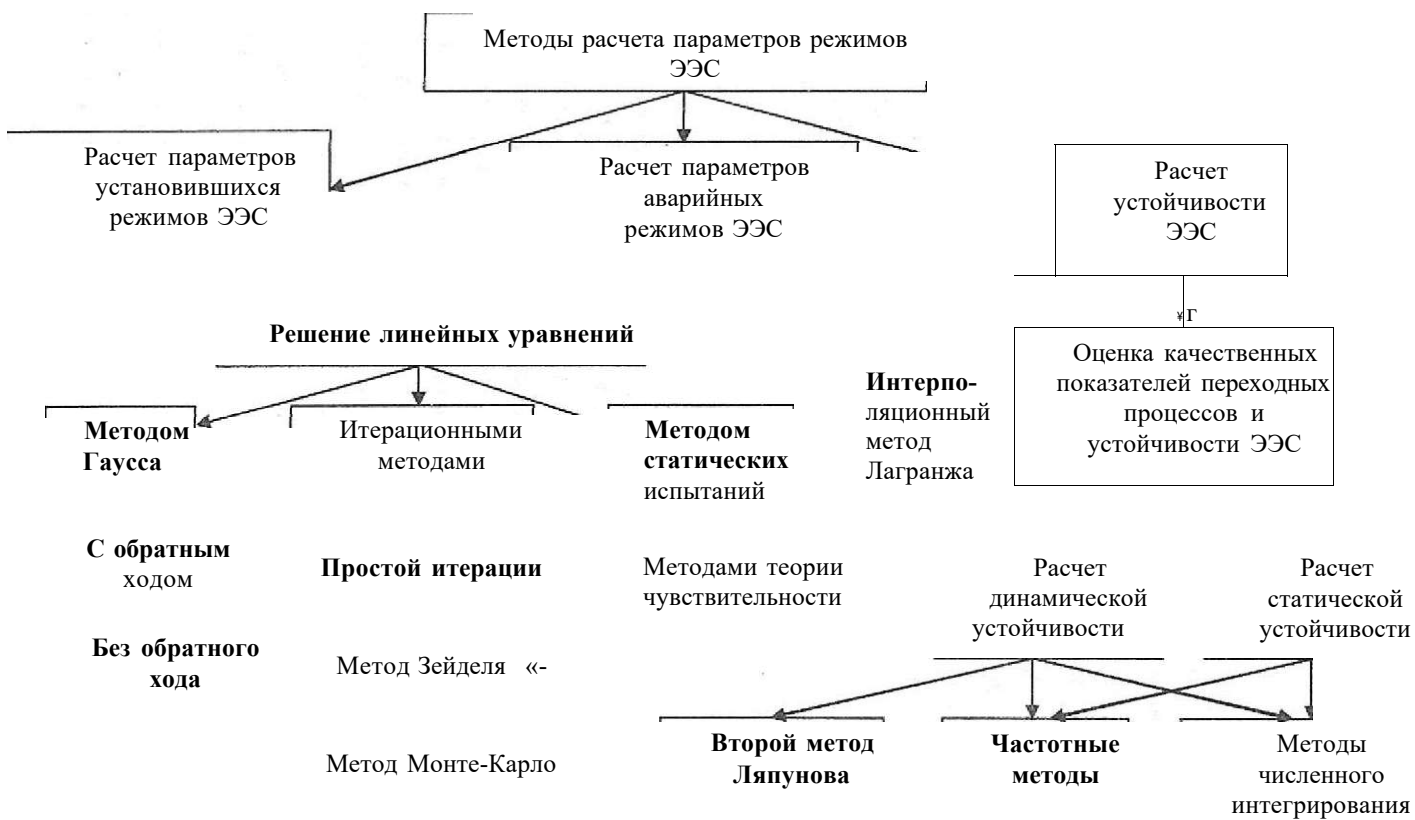


Рисунок 1 Классификация методов расчета параметров режимов электроэнергетических систем

Современный этап развития компьютерной техники характеризуется значительным ростом быстродействия и объема оперативной памяти. Вместе с тем развитие электроэнергетики приводит к созданию все более крупных объединенных систем, вплоть до создания Единой электроэнергетической системы страны и международных энергообъединений [4]. Это обуславливает необходимость решения задач расчета установившихся режимов для более сложных схем замещения с числом элементов в несколько сотен и даже тысяч. Кроме того, обеспечение надежной и экономичной работы таких сложных энергообъединений требует создания автоматизированных систем диспетчерского управления, функционирование которых связано с необходимостью многократного оперативного выполнения расчетов установившихся режимов. Поэтому, несмотря на увеличение возможностей компьютерной техники, факторы экономного использования памяти и сокращения времени вычислений не только не утрачивают своего значения, но, наоборот, становятся все более и более важными.

В данных условиях разработка эффективных алгоритмов расчетов установившихся режимов требует максимального учета всех специфических особенностей, которыми характеризуются схемы замещения реальных электрических систем и соответствующие им матрицы обобщенных параметров [6]. Эти особенности необходимо учитывать при формировании уравнений установившегося режима и при выборе наиболее рационального метода их решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Идельчик В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрической сети и системы. - М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Димо П. Узловой анализ электрических систем. - М.: Мир, 1973.
3. Мамедяров О.С. Регрессионный анализ установившихся режимов электрической системы. //Электричество.- 1992,- №5.- С. 19-24.
4. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики: Учебник для студентов вузов/Под ред. В.А. Веникова. - М.: Высшая школа, 1981.
5. Веников В.А. Глазунов Л.А. Электрические системы, т.2. Электрические сети. Учебное пособие для электроэнерг. вузов. - М.: Высшая школа, 1971.
6. Применение вычислительных методов в энергетике/Под ред. В.А. Веникова и Ю. Ф. Архжщеза. - М.: Энергоатомиздат, 1983.

УДК 621.311.011.716

**ПРЕДЕЛЫ ПЕРЕДАВАЕМОЙ МОЩНОСТИ Ш
• УСТОЙЧИВОСТЬ ДАЛЬНИХ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ
• ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Б.Б. Утегулов, В.О. Гребенникова

*Павлодарский еосударственный университет
им. С. Торайгырова*

*III Бул жумыста беріктілікті жаңсарту үшін шаралар, сонымен қатар
!||! айнымалы токтагы алые жерден электрберілісінің өткізу қабиттілігін
Я! арттыру тәсілдерІ мен гваралары қарастырылган. Көлдепең
||| қарымталауыштың реттегішті нұрылгысымен алые жерден этктр берілісі
IIIIII жумысының турақтылығын зерттеу әдісі қарастырылган.*

*Рассмотрены мероприятия для улучшения устойчивости, а также
средства и способы повышения пропускной способности дальних
электропередач переменного тока. Рассмотрены методы исследования
устойчивости работы дальних электропередач с регулируемым
устройствами поперечной компенсации.*

*The article deals with measures in improving the stability, as well as the
means and methods of increasing the carrying capacity of long distance alter-
nating current electric mains. The author considered also methods of analysis
for stability of work of long distance electric transfer with regulable devices of
transverse compensation.*

При обеспечении нормальных режимов работы дальних электропередач переменного тока возникают ограничения пропускной способности, связанные как со свойствами самой передачи переменного тока, которая обладает некоторой предельной мощностью, Так и в связи с необходимостью обеспечения статической и динамической устойчивости электропередачи в нормальном и пошеаварийном режимах.

В [1] была предложена сводка мероприятий, направленных на увеличение предела пропускной способности электропередач и увеличение их статической и динамической устойчивости. Данная сводка представлена на рис. 1.

Одним из способов повышения пропускной способности в линиях электропередачи является компенсация реактивной мощности. В практике эксплуа-

тации электроэнергетических систем применяются различные индуктивные и емкостные устройства для управления реактивной мощностью.

Мероприятия, направленные на увеличение предела пропускной способности электропередач и увеличение их статической и динамической устойчивости

Мероприятия для улучшения статической, динамической и результирующей устойчивости	Средства, предназначенные для повышения пропускной способности и улучшения статической и динамической устойчивости передачи	Способы повышения пропускной способности всей передачи
И		
Улучшение параметров генератора	Переключательные пункты	Повышение напряжения линии
Увеличение скорости отключения КЗ генераторов	Промежуточные синхронные компенсаторы, управляемые конденсаторы и реакторы	Изменение конструкции линии, расщепление проводов, применение разомкнутых пиний
Увеличение механической инерции генераторов	Продольная и поперечная компенсация сопротивления и реактивной мощности линии	Настройка линии на полуволну, на нулевую <u>длину</u>
Электрическое и механическое торможение		Компенсация линии электропередачи
Заземление нейтрали трансформаторов через активное и реактивное сопротивление		
Устройства для синхронизации и ресинхронизации генераторов		Продольная компенсация 4.1
Автоматическое повторное включение		Поперечная компенсация с помощью реакторов и конденсаторов 4.2-
Регуляторы возбуждения сильного действия и комплексные регуляторы возбуждения и скорости		Поперечная компенсация с помощью синхронных компенсаторов или управляемых реакторов 4.3"
Демпферные обмотки на гидрогенераторах		
Отключение части генераторов		
Автоматические разгрузки, деление системы		
часги		

Рисунок 1 Мероприятия зшфзвдегаше на увеличение предела пропускной способности электропередач и увеличение их статической к динамической устойчивости

В качестве устройств для управления реактивной мощностью в дальних электропередачах переменного тока используются регулируемые и нерегулируемые ре-

акторы, а также синхронные компенсаторы. Реакторы применяются либо как самостоятельные компенсирующие устройства в виде, например, поперечных элементов, либо как элементы, входящие в состав статических компенсаторов [2].

В [2] рассмотрены статические индуктивные устройства, предназначенные для работы в сетях высокого и сверхвысокого напряжения в качестве регулирующих и компенсирующих устройств. Одним из таких устройств, применяемых в электрических системах для компенсации реактивной мощности, являются **шунтирующие реакторы** - статические электромагнитные устройства, предназначенные для использования их индуктивности в электрической цепи. Но шунтирующие реакторы можно рассматривать как регулирующие напряжение и реактивную мощность лишь с определенной долей условности, так как шунтирующие реакторы характеризуются лишь двумя дискретными состояниями:

- "включено" - при этом устройство потребляет номинальную или близкую к ней реактивную мощность;
- "отключено" - при этом $Q_p=0$ [3],

Учитывая вышеизложенное, было признано, что регулирование нормальных режимов путем коммутации нерегулируемых реакторов практически не получило распространения [4]. Для регулирования степени компенсации реактивной мощности Q и регулирования напряжения U целесообразно использовать управляемые реакторы. Управление реактором понимается как целенаправленное изменение его параметров с помощью подмагничивания.

Как уже отмечалось выше одной из основных задач при проектировании и эксплуатации энергетических объектов, их элементов и систем регулирования является задача исследования статической устойчивости.

Весьма актуальной является задача исследования и выявления характерных свойств электропередачи с промежуточными управляемыми шунтирующими реакторами (УШР),

При рассмотрении различных методов исследования работы дальних электропередач с регулирующими устройствами поперечной компенсации построена следующая классификация (рис.2).

Проанализированы исследования работы дальних электропередач, в которых в качестве устройств поперечной компенсации используются только управляемые шунтирующие реакторы и которые проводились без учета переходных процессов и активных сопротивлений в статорных (первичных) цепях элементов системы, а также демпферных обмотках генераторов, линиях электропередач и управляемых шунтирующих реакторах (пункт 1,1),

В разделе классификации 1.1.1 выполнено **аналитическое решение** задачи предельно допустимых режимов дальних линий электропередач с примене-

нием управляемых шунтирующих реакторов, размещаемых вдоль трассы линии, по условиям статической устойчивости в обобщенном виде [5]. Данная работа выполнена на основе анализа многочлена (характеристического уравнения маловозмущенного движения системы).

Классификация методов исследования устойчивости работы дальних электропередач с регулируемыми устройствами поперечной компенсации

<u>У</u>	<u>Ж</u>
Исследования работы дальних электропередач, в которых в качестве устройств поперечной компенсации используются только управляемые шунтирующие реакторы	Исследования работы дальних электропередач ¹ , снабженных в качестве компенсирующих устройств управляемыми шунтирующими реакторами и синхронными компенсаторами одновременно
1.1 Исследования, проводимые без учета переходных процессов и активных сопротивлений в статорных (первичных) цепях элементов системы, а также демпферных обмотках генераторов, линиях электропередач и управляемых шунтирующих реакторах	2.1 <u>М</u> Двухэтапные сравнительные исследования по моделированию типовых элементов дальних электропередач переменного тока: снабженных только управляемыми шунтирующими реакторами и при совместной работе синхронных компенсаторов и управляемых шунтирующих реакторов в одном <u>узле</u>
1.2 Исследования в которых учтены переходные процессы в статорных цепях генераторов, линии электропередачи, управляемых шунтирующих реакторах и демпферных контурах генераторов	Ш Аналитическое решение задачи предельно допустимых режимов по условиям статической устойчивости
	1.1.2 Физическая интерпретация результатов анализа условий статической устойчивости
	4.1,3 Исследования динамической устойчивости и внутренних перенапряжений

Рисунок 2 Классификации методов исследования устойчивости работы дальних электропередач с регулируемыми устройствами поперечной компенсации

Физическая интерпретация (п.3.1.2) результатов упрощенного анализа условий статической устойчивости длинных линий электропередач с управляемыми шунтирующими реакторами представлена в работе [6]. Показано, что это критерияльное условие есть условие проявления асинхронного самовозбуждения генератора, преодолеть которое практически не представляется возможным.

Проведены исследования динамической устойчивости и внутренних перешей в линиях, электропередач с управляемыми шунтирующими реакторами (п. 1.1.3). Результаты приведены в работе [7]. Здесь же определены пределы передаваемой мощности в условиях динамической устойчивости до возникновения. Рассмотрена возможность ограничения внутренних перешей в линиях за счет управления шунтирующими реакторами в зависимости от уровня динамической устойчивости электропередачи. На основе анализа полученных результатов определен возможный диапазон эффективного использования таких электропередач.

Наряду с вышеупомянутыми проведены исследования, в которых учтены переходные процессы в статорных цепях генераторов, линии электропередачи, управляемых шунтирующих реакторах и демпферных контуров генераторов (п. 1.2 классификации). В работе [8] аналитически и расчетным путем исследованы условия са-

моподдержания, с учетом переходных процессов в статорных цепях генераторов, линии электропередачи, управляемых шунтирующих реакторах и демпферных контуров генераторов, на условия статической устойчивости дальних электропередач с управляемыми шунтирующими реакторами. Также в [8] доказано, что условия самовозбуждения ограничивают дальность электропередачи с управляемой поперечной компенсацией еще до предела, определяемого условиями колебательной электромеханической устойчивости, поэтому являются определяющими с точки зрения статической устойчивости.

Проведены также исследования работы дальних электропередач, снабженных в качестве компенсирующих устройств управляемыми шунтирующими реакторами и синхронными компенсаторами одновременно.

В работе [9] приведена методика моделирования типовых элементов дальних электропередач переменного тока снабженных компенсирующими устройствами (п. 2.1). На первом этапе исследования в [9] в качестве компенсирующих устройств были использованы только управляемые шунтирующие реакторы. Показано, что длина линий, снабженных только управляемыми шунтирующими реакторами ограничивается по предельному полному углу по передаче, равного 180° . Далее рассмотрены особенности параллельной работы синхронных компенсаторов и управляемых шунтирующих реакторов в одном узле, совместный анализ работоспособности каналов регулятора управляемых шунтирующих реакторов и автоматического регулятора возбуждения синхронных компенсаторов. Получен вывод, что схема, выполненная на основе двух стандартных силовых устройств, при сравнительно низких затратах и малой установленной мощности синхронных компенсаторов, обладает всеми достоинствами обоих устройств и частично устраняет недостатки каждого в отдельности.

Как уже отмечалось выше, в работах [5, 6, 9] анализировались режимы работы электропередач с применением управляемых шунтирующих реакторов, в частности, были выполнены исследования устойчивости их работы. Причем в этих работах обнаружено особое свойство электропередач с управляемыми реакторами: потеря устойчивости при угле между векторами напряжений по концам таких линий $\delta = 180^\circ$. Этот результат противоречит общеизвестному свойству полуволновых линий; обеспечивать устойчивую передачу мощности не только вплоть до натуральной мощности линий, но и до значительно большей [10]. На этом замечательном свойстве полуволновых линий основаны известные проработки настроенных электропередач, когда электропередача с волновой длиной, отличной от 180° , искусственно настраивается на полуволновую длину.

Мотивировка авторов [5, 6, 9] сводится к тому, что полуволновые линии и линии с УШР имеют существенное отличие - полуволновые линии не имеют присоединений в промежуточных точках, поддерживающих в них заданное напряжение, а линии с УШР имеют присоединения с регуляторами напряжения (УПР). Хотя в режиме передачи натуральной мощности реакторы не потребляют избыточную реактивную мощность линии, так как в этом режиме их ток равен нулю, регулирующий эффект УШР сохраняется, поскольку наличие фильтров высших гармонических обеспечивает возможность протекания по сетевой обмотке реактора емкостного тока [11].

Учитывая проведенный анализ, целесообразно рассмотреть причину потери устойчивости линий с управляемыми шунтирующими реакторами (УП1Р) при $\delta = 180^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веников В.А., Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока,- М.: Энергоатомиздат, 1985,- 272 с.
2. Крайз А.Г., Мاستрюков Л.А. Регулирующие и компенсирующие устройства для оптимизации работы сетей сверхвысокого напряжения // Электричество,- 1981,-№4.
3. Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 216с,
4. Соколов С.Е. Регулирование реактивной мощности и напряжения в электрических сетях.- Алма-Ата: Анатілі, 1991. - 136с.
5. Евдокунин Е.А., Рагозин А.А, Исследование статической устойчивости режимов дальних линий электропередачи с управляемыми шунтирующими реакторами // Электричество. -1996. - №8.

6. Рагозин А.А. Условия статической устойчивости дальних линий электропередачи с управляемыми шунтирующими реакторами // Электричество. -1997.-№5.

7. Рагозин А.А., Таланов С.Б, Пределы передаваемой мощности дальних линий электропередачи с управляемыми шунтирующими реакторами // Электричество. - 1999. - №4.

8. Рагозин А.А., Таланов С.Б. Условия самовозбуждения систем, содержащих дальние линии'электропередачи с управляемыми шунтирующими реакторами // Электричество. - 1999. -№11.

9. Кашин И.В., Смолвик С.В. Устойчивость работы протяженных электропередач переменного тока с регулируемыми устройствами поперечной компенсации // Электричество. - 2001. - №2,

Ю.Щербаков В.К., Лукашев Э.С., Ольшевский О.В., Путил" ^а. А.Т. Настроенные электропередачи. - Новосибирск: Издат-во Сиб.огд. АН СССР, 1963.-239с.

Н.Александров Г.Н. Подавление высших гармонических в управляемых шунтирующих реакторах трансформаторного типа // Изв. РАН. Энергетика. - 1999.-№3.

ИНФОРМАЦИЯ

НАШИ АВТОРЫ

Абишев К.- Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Альмишев Улан Хамзинович - к. с/х. н., доцент СНС, Павлодарский государственный университет им.С. Торайгырова.

Альмишева Толкын **Улановна** - студентка, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Асыдбекова Алия Санарбековна - студент кафедры металлургии, Павлодарский государственный университет им.С. Торайгырова.

Ахметов Жакіболат Елемесович - старший преподаватель кафедры металлургии, Павлодарский государственный им. С. Торайгырова.

Базарбеков Каирбай Уразамбекович - декан биолого-химического факультета, дб.н., профессор, Павлодарский государственный им. С. Торайгырова.

Байтемирова Асель Оразовна - магистрант кафедры электроэнергетики, Павлодарский государственный им. С. Торайгырова.

Богомоллов Алексей Витальевич - ст. преподаватель кафедры металлургии, Павлодарский государственный им. С. Торайгырова.

Бондарр'лко Алексей Петрович - ст. преподаватель, Павлодарский государственный им. С. Торайгырова.

Бондаренко Н.Ы. - ТОО «Фотон-ПВ».

Бороденко Виталий Анатольевич - к.т.н, профессор кафедры автоматизация и управление, Павлодарский государственный им. С. Торайгырова.

Быков **Петр** Олегович - ст. преподаватель кафедры металлургия, магистр, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Василевский **Владимир** Павлович - к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Васильев Владимир Витальевич - ст. преподаватель кафедры теплоэнергетики, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Ведерникова А.А. - НИИ Биологии и Биофизики, г. Томск

Гараев Р.А. - ТОО «Фотон-ПВ».

Гордиенко И.С. - к.т.н., доцент, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Гребенникова Виктория Олеговна - магистрант кафедры электроэнергетики, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Дудак Николай Степанович - к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Ельмуратов Сем бай Кайкенович - к.т.н., Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Жапар Рымбек Сериккулы - студент, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Жедоуова А, - студентка кафедры теплоэнергетики, ПГУ им. С. Торайгырова.

Жумадиллов С.К. - Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Ибрагимов К. - Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Искакова Динара Алтынбековна - магистрант, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Калиева Аида Ахметбековна -к.г.-м.н., доцент, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Кенбенлова С.Ж. - магистрант, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Ковтарева С.Ю. - магистрант, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Козионов Валерий Александрович - зам. декана по УР, архитектурно-строительный факультет, к.т.н., Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Кудрышова Б.Ч. - Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Мальков Игорь Викторович - зав. каф. химических технологий, к.х.н., Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Муканов Руслан Батырбекович - ст, преподаватель кафедры ДОДД, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Мукатов Ермухан Манапович - студент, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Муреалова Г. - студентка, ПГУ им, С.Торайгырова.

Мусабеков Рустам Турсынбаевич - студент, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова

Никитина Ольга Владимировна - магистр, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Нураков Серик Нупакович - зав. научно-исследовательской лабораторией «Технология, механизация и автоматизация строительных и транспортных процессов», д.т.н., профессор, академик Академии проблем качества Российской Федерации и Международной академии информатизации, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, г. Астана.

Нуржауов Амангельды Нуржауович - зав. кафедрой транспортной техники, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Павловский Александр Валерьевич - аспирант, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Панасенко И.С. - ТОО «Фотон-ПВ».

Пастух. Е.В. - магистрант, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова,

Проскуряков Анатолий Федорович - к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Садыков Марат Жумабекович - студент, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Сапарова Гульмира Коркембаевна - ст. преподаватель каф. художественная аэрология и охрана труда, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда.

Сарымов Ермек Калымович - ст. преподаватель кафедры основы конструирования машин, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Сембаев Нурболат Сакенович - ассистент каф. металлургии, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Сержанов Радул Итаятович - к.т.н., профессор кафедры металлургии, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Сматаев А. - Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Станевич Виктор Тадеушевич - зав. кафедрой ИСГС, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Тайшубекова А.Ж. - Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

Утегулов Болатбек Бахитжанович - зав. кафедрой электроэнергетики, д.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнал принимаются рукописи статей по всем направлениям естественных и технических наук в двух экземплярах, набранных на компьютере, напечатанных на одной стороне листа с полуторным межстрочным интервалом, с полями 3 см со всех сторон листа, и дискета со всеми материалами в текстовом редакторе "Word 7,0 0 97,2000) для Windows" (кегель - 12 пунктов, гарнитура - Times New Roman/KZ Times New Roman).

2. Статья подписывается всеми авторами. Общий объем рукописи, включая аннотацию, литературу, таблицы и рисунки, не должен превышать 8-10 страниц.

3. Статья должна сопровождаться рецензией доктора или кандидата наук для авторов, не имеющих ученой степени.

4. Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

- УДК по таблицам универсальной десятичной классификации;

- название статьи: кегль - 14 пунктов, гарнитура - Times New Roman Сут (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), заглавные, жирные, абзац центrovанный;

- инициалы и фамилия(-и) автора(-ов), полное название учреждения: кегль - 12 пунктов, гарнитура - Arial (для русского, английского и немецкого языков), KZ Arial (для казахского языка), абзац центrovанный;

- аннотация на казахском, русском и английском языках: кегль - 10 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), курсив, отступ слева-справа -1 см, одинарный межстрочный интервал;

- текст статьи: кегль - 12 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), полуторный межстрочный интервал;

- список использованной литературы ;ссылки и примечания в рукописи обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-84 - например:

ЛИТЕРАТУРА

1. Автор. Название статьи //Название журнала. Год издания. Том (например, 26).- номер (например, № 3).- страница например, С. 34. или С. 15-24.)

2. Андреева С. А. Название книги. Место издания (например, М.:) Издательство (например, Наука), год издания. Общее число страниц в книге (например, 239 с.) или юнк-льная страница (например, С. 67.)

3. Петров И.И. Название диссертации: тсс. канд. биолог, наук. М.: Название института, год. Число страниц.

4. S.Christopoulos, The transmission-ine Modelling (TML) Metod, Piscataway, J: IEEE Press, 1995.

На отдельной странице (в бумажном и [электронном варианте) приводятся сведения об авторе:

- Ф.И.О. полностью, ученая степень и иеное звание, место работы (для публика-т. в разделе «Наши авторы»);
- полные почтовые адреса, номера слу-чного и домашнего телефонов, E-mail (для язи редакции с авторами, не публикуются);
- название статьи и фамилиями) авто-л(-ов) на казахском, русском и английском языках (для «Содержания»).

4. Иллюстрации. Перечень рисунков и подрисовочные надписи к ним предоставляют отдельно и в общий текст статьи не включают. На обратной стороне каждого рисунка следует указать его номер, название рисунка, фамилию автора, название статьи. На дискете рисунки и иллюстрации в формате TEF или JPG с разрешением не менее 300 dpi (файлы с названием «Рис1», «Рис2», «Рис3» и т.д.).

5. Математические формулы должны быть набраны как Microsoft Equation (каждая формула - один объект). Нумеровать следует лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Автор просматривает и визирует гранки статьи и несет ответственность за содержание статьи.

7. Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. Рукописи и дискеты не возвращаются. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

8. Рукопись и дискету с материалами следует направлять по адресу:

140008, Республика Казахстан, г.Павлодар, уя. Ломова 64,

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,

«Научный издательский центр ПГУ».

Тел. (3182) 45-11-23, 45-11-43,

факс: (3182) 45-11-23.

E-mail: publish@psu.kz

**Подписано в печать 22.12.2005 г.
Формат 297x420/2. Бумага книжно-журнальная.
Объем 6,1 уч.-изд. л. Тираж 300 экз.
Заказ № 0728**

**Научный издательский центр
Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
140008, г. Павлодар, ул. Ломова 64.**