

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

Адрес редакции:
140008, г. Павлодар,
ул. Ломова, 64.
Тел.: (7182) 67-36-69
E-mail: publish@psu.kz

МАЗМҰНЫ

В.П. АРТАМОНОВ , Е.Ю. ПЕРЕКОПНАЯ, А.А. АБИШЕВ, А.Г. БАКИРОВ, Н.К. КУЛУМБАЕВ Мыс ұнтағын алудың гидрометаллургиялық үрдісін зерттеу.....	7
Д.С. БАХТИЯРОВА, Б.К. ОМАРОВА, Е.Т. ХАСЕНОВ, А.К. КАРАКАЕВ Дизель үшін диметилді эфир альтернативті жылу ретінде	14
С.К. ЕЛМҰРАТОВ, А.Ф. ЕЛМҰРАТОВА, Т.Н. ЕРМАНОВ, А.Е. ДЖАХАЕВ Ортотропты пластиналардың кернеулі- деформациялық күйі	22
Д.А. ИСКАКОВА, Ж.М. ЫҚСАН, А.Н. РАЙЫМЖАНОВА Лазерлі бергіш көмегімен сызықты шамаларды өлшеу сұлбасы	26
О.К. КАИРОВ Болат балқытатын доға пешті автоматтандыру жүйесі мен басқаруды өңдеу және талдау	30
М.М. КАКИМОВ, А.Л. КАСЕНОВ, Д.Р. ОРЫНБЕКОВ, Ж.Х. ТОХТАРОВ Табиғи шырғанақ өнімін престоу процесін жүзеге асыруда математикалық моделдеуді сипаттау	32
А.Т. КАНАЕВ, А.В. БОГОМОЛОВ, Ж.М. ЫҚСАН Ст.5 маркалы көміртекті болаты аустениттің ыстық деформациялауының ерекшелігі	37
Ю.А. КОВАЛЬ Дөңгелек желдоңғалақтың көлемі желқозғалғыштың тәуелділік сипаттамасына экспериментті анықтау	42

Утегулов Б.Б., д.т.н., профессор (главный редактор)
Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доцент (ответственный секретарь);
Ықсан Ж.М., к.т.н., доцент (ответственный секретарь)

Члены редакционной коллегии:

Биякаева В.А., д.т.н., профессор;
Бороденко В.А., д.т.н., доцент;
Глазырин С.А., к.т.н., профессор;
Даукеев Г.Ж., к.т.н., доцент;
Ельмуратов С.К., д.т.н., профессор;
Захаров И.В., д.т.н., доцент;
Ибраев И.К., д.т.н., профессор;
Каракаев А.К., д.т.н., профессор;
Кислов А.П. к.т.н., доцент;
Клецель М.Я. д.т.н., профессор;
Кудерин М.К. д.т.н., доцент;
Новожилов А.Н., д.т.н., профессор;
Нуржауов А.Н., д.т.н., профессор;
Сулеев Д.К., д.т.н., профессор;
Украинец В.Н., д.т.н., доцент;
Альжанова М.Ж. (тех. редактор).

Ф.С. ЛОБАЧЁВ, А.О. НУРГАЗИНОВА, Л.А. ВАРЛАМОВА, П.В. КОРНИЕНКО Полистиролбетонный құрылымының үйлесімділігінің инновациялық технологиясы.....	46
Ж.М. САГЫНДЫКОВА, А.Ж. КАСЕНОВ Ойықтың конустық аспаптармен өлшеу.....	57
К.В. САДОВАЯ, Т.Я. КАНЦЕДАЛОВА, С.Р. МАСАКБАЕВА Алюминий өндірісінің қалдықтарынан галлий өндіру кезіндегі ванадий бестотығын кристалдау торабын жетілдіру.....	61
А.С. САКАНОВА, А.Т. КАНАЕВ Магистральды газ-мұнай құбырлары үшін болат құбырының металлургиялық сапасының критикалық фактор негізі.....	67
Л.С. САТЫБАЛДИНА Аэроғарыштық түсірілім, фотограмметрия және 3D-модельдеудің қазіргі заманғы тәсілдері мен технологиялары.....	73
Н.С. СЕМБАЕВ, Г.Б. УАХАНОВА Илемдеу орнақтарының даму перспективалары мен проблемалары. Өнімнің сапасын жоғарлату жолдары	78
Н.С. СЕМБАЕВ, Г.Б. УАХАНОВА Цилиндрлі пішінді жұмыс беті бар аспапта созымдау кезінде дайындамадағы кернеулі деформацияланған күйді шекті элементтер әдісімен сандық модельдеу.....	82
Р.И. СЕРЖАНОВ, А.Н. ЖАКУПОВ Математикалық моделдеу процессінде жалғаусыз құбырларды термиялық өңдеу.....	89
М.Д. ТОКАНОВ, А.К. КАРАКАЕВ Астана қаласында монорельсті көліктерді қолдану ерекшеліктері (Қазақстан Республикасы).....	94
Р.Э. ФАЗЫЛБЕКОВА, В.И. ДАНИЛОВ Құбылыста зиян келмейтін бақылау сипаты.....	99
Е.Т. ХАСЕНОВ, А.К. КАРАКАЕВ Жеңіл автокөлігіне техникалық қызмет көрсету станциясының өндірістік жұмысының тиімділігін арттыру.....	107
Г.К. САДЫКОВА Геометриялық нивелирлудің сандық жүйелері геодезиялық аспаптану пәні ретінде.....	111

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

СОДЕРЖАНИЕ

В.П. АРТАМОНОВ, Е.Ю. ПЕРЕКОПНАЯ, А.А. АБИШЕВ, А.Г. БАКИРОВ, Н. К. КУЛУМБАЕВ Исследование процесса гидрометаллургического получения медного порошка.....	7
Д.С. БАХТИЯРОВА, Б.К. ОМАРОВА, Е.Т. ХАСЕНОВ, А.К. КАРАКАЕВ Диметилвый эфир как альтернативное топливо для дизелей.....	14
С.К. ЕЛЬМУРАТОВ, А.Ф. ЕЛЬМУРАТОВА, Т.Н. ЕРМАНОВ, А.Е. ДЖАХАЕВ Напряженно-деформированное состояние ортотропных пластин	22
Д.А. ИСКАКОВА, Ж.М. ЫКСАН, А.Н. РАЙЫМЖАНОВА Схема измерения линейных при помощи лазерных датчиков	26
О.К. КАИРОВ Анализ и разработка автоматизированной системы управления дуговой сталеплавильной печи	30
М.М. КАКИМОВ, А.Л. КАСЕНОВ, Д.Р. ОРЫНБЕКОВ, Ж.Х. ТОХТАРОВ Описание математического моделирования процесса прессования природной облепиховой продукции	32
А.Т. КАНАЕВ, А.В. БОГОМОЛОВ, Ж.М. ЫКСАН Особенности горячей деформации аустенита углеродистой стали марки Ст. 5	37
Ю.А. КОВАЛЬ Экспериментальное определение зависимости характеристик ветродвигателя от ширины лопасти ветроколеса	42
Ф.С. ЛОБАЧЁВ, А.О. НУРГАЗИНОВА, Л.А. ВАРЛАМОВА, П.В. КОРНИЕНКО Инновационная технология полистиролбетона с оптимальными свойствами	46
Ж.М. САГЫНДЫКОВА, А.Ж. КАСЕНОВ Прибор измерения конусности отверстия	57
К.В. САДОВАЯ, Т.Я. КАНЦЕДАЛОВА, С.Р. МАСАКБАЕВА Модернизация узла кристаллизации пятиокиси ванадия при производстве галлия из отходов алюминиевого производства	61
А.С. САКАНОВА, А.Т. КАНАЕВ Основные критические факторы металлургического качества стальных труб для магистральных газо- и нефтепроводов	67

КОРРЕКТОРЫ:
Б. Ракишева (каз. яз.)
А. Омарова (ин.яз)
А. Елемесқызы (рус. яз.)

ВЕРСТКА:
М.А. Абжанова

© ПГУ им. С. Торайгырова

Л.С. САТЫБАЛДИНА Современные методы и технологии аэрокосмических съемок, фотограмметрии и 3D-моделирования.....	73
Н.С. СЕМБАЕВ, Г.Б. УАХАНОВА Перспективы и проблемы развития вставки прокатки. Методы повышения качества продукта.	78
Н.С. СЕМБАЕВ, Г.Б. УАХАНОВА Цифровое моделирование по методу деформированного состояния напряжения изогнутых элементов во время растяжения на цилиндро-образном оборудовании	82
Р.И. СЕРЖАНОВ, А.Н. ЖАКУПОВ Математическое моделирование процесса термической обработки бесшовных труб.....	89
М.Д. ТОКАНОВ, А.К. КАРАКАЕВ Особенности использования монорельсных транспортов в г. Астане (Республика Казахстан).....	94
Р.Э. ФАЗЫЛБЕКОВА, В.И. ДАНИЛОВ Неразрушающий контроль качества в строительстве	97
Е.Т. ХАСЕНОВ, А.К. КАРАКАЕВ Повышение эффективности производственной деятельности станций технического обслуживания легковых автомобилей.....	107
Г.К. САДЫКОВА Цифровые системы геометрического нивелирования как предмет геодезического инструментоведения	111

ҚҰРМЕТТІ ОҚЫРМАНДАР!

Бүгінгі жаңашылдық пен өрлеу заманында қазақ ұлтының даналығы мен зерделілігін танытуда, іскерлік әлеуетін көрсету мақсатында көшбасшылық, интеллектуалды жағдай қажет. Ғылыми-инновациялық экономиканың негізі болу керек. Бұл мүмкіндік дәлелі соңғы бес жылдың ішінде қазақ ғылымын қаржыландыру 4 есеге артты. Қазақстан 13-бағытта «Инновациялық даму» көрсеткіші бойынша жаһандық бәсекеге қабілетті рейтингісінде өз орнын жақсартты. 2012 жылға дейін Мемлекеттік ғылымның даму бағдарламасы жүзеге асу кезеңінде тұр.

Аталмыш ғылыми журналдың жарыққа шығуы – зерделік әлеуетімізді күшейту бағытындағы маңызды да мәнді шаралардың бірі. Журнал ғылыми-білімдік қызметті насихаттауда, ғылыми біліммен алмасу, ғылымның өзекті мәселелерін талқылауда, ғылыми-теориялық тұжырымдар мен көзқарастарды танытумен бірге қоғамның ғылыми-білімдік мәселелерін де шешеді.

Кезінде ұлы математик Д. Пойа ғылыми әрекет пен ғылыми қызметтің принциптерін төмендегідей тұжырымдаған екен:

Бірінші принцип – «Біз өзіміздің кез келген көзқарасымызды қайта қарауға дайынбыз» – ол үшін «ақыл ерлігін» талап етеді. Екінші – «Шұғыл жағдайлар болған кезде және оны жасауға – біздің көзқарасымыз өзгеруі қажет» – ол үшін «ақыл адалдығын» талап етеді. Үшінші принцип – «Біз өз бетімізбен, жеткілікті негіздемесіз көзқарасымыз бен тұжырымдарымызды өзгертуіміз керек» – ол үшін «ақыл ұстамдылығын» талап етеді.

Бұл принциптер біздің журналымыздың ұстанатын басты қағидалары. Журналымыздың жаңа шығарылымының тек бет мұқабасы ғана өзгеріп қана қойған жоқ, оның мазмұндық мәні де арта түсті.

Журналдың безендірілу мәнімен бірге ғалымдардың ұсынатын ғылыми мәселелері жан-жақты талқыланып, аймақтың аспектісі кеңейді. Мәтін мазмұнына қойылатын талап күшейтіліп, дұрыс, сауатты ғылым талабына сай болатындай жарыққа шығару мәселесі қойылып отыр.

Бірақ әрқашанда біздің журналымыз ғылым ғаламатын таныту мен тануда адалдық пен ақыл ерлігін және ақыл ұстанымдылығы қала берді.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Казахстану сегодня необходима интеллектуальная революция, которая позволит пробудить и реализовать потенциал нашей нации. Наука должна стать основой инновационной экономики. Этому есть все предпосылки – за последние пять лет финансирование казахстанской науки увеличилось почти в 4 раза. Казахстан на 13 позиций улучшил свое место в рейтинге глобальной конкурентоспособности по индексу «Инновационное развитие». В стадии реализации – Государственная программа развития науки до 2012 года.

Выпуск этого научного журнала – одна из значимых мер, направленных на усиление интеллектуального потенциала. Пропаганда научно-образовательной деятельности, обмен научными знаниями, обсуждение актуальных проблем науки, концепций, теорий, взглядов – журнал решает эти и другие, не менее важные, задачи научно-образовательного сообщества.

В свое время великий математик Д. Пойа сформулировал принципы научной деятельности:

Первый принцип – «Мы готовы пересмотреть любое из наших представлений» – требует «мужества ума». Второй – «Наши представления должны быть изменены, когда имеются веские обстоятельства, вынуждающие это сделать» – требует «честности ума».

Третий принцип великого математика – «Мы не должны изменять представления произвольно, без достаточных оснований» – требует «мудрой сдержанности».

Эти принципы созвучны с духом нашего научного издания. Более того, модернизация журнала, которую Вы наблюдаете, держа в руках новый номер, сказался не только на внешнем его облике. Новое оформление – лишь отражение тех перемен, которые привнесены редакцией в его содержание. Усилен региональный аспект, предусмотрено обсуждение той или иной актуальной проблемы рядом ученых, предлагающих различные варианты ее решения, требовательнее мы стали и к редакции текста. Но неизменными в нашем издании останутся три составляющих – честность и мужество ума и сдержанность по отношению к научным оппонентам.

Ректор ПГУ им. С. Торайгырова
д.э.н., профессор

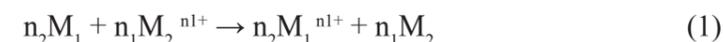
С. Омирбаев

**В. П. АРТАМОНОВ, Е. Ю. ПЕРЕКОПНАЯ, А. А. АБИШЕВ,
А. Г. БАКИРОВ, Н. К. КУЛУМБАЕВ**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ МЕДНОГО ПОРОШКА

Проведено исследование процесса восстановления двухвалентной меди с целью получения медного порошка. Показано, что изменяя условия проведения окислительно-восстановительной реакции, можно влиять на физико-механические свойства порошка.

При контакте металла M_1 с раствором, содержащем ионы более электроположительного металла M_2 , происходит окисление (ионизация) металла M_1 и восстановление до нулевой валентности ионов металла M_2 . Эта реакция может быть описана следующим химическим уравнением



Если в результате реакции (1) металл M_2 выделяется на поверхности металла M_1 , то такую реакцию в гидрометаллургии называют цементацией [1].

Цементация широко применяется в гидрометаллургии для извлечения некоторых металлов, например, меди, из рудничных вод и растворов от кучного выщелачивания забалансовых руд. Кроме того, цементация широко применяется для очистки гидрометаллургических растворов от примесей более положительных металлов при электролитическом извлечении металлов из растворов и при электролитическом рафинировании металлов. Значимость процесса цементации для цветной металлургии можно проиллюстрировать цифрами - свыше 80 % мирового производства никеля и цинка и 10 % меди получают с использованием процесса цементации [2].

Уравнение (1) показывает, что цементация имеет двойственную природу. С одной стороны, цементация является разновидностью электрохимической коррозии, с другой стороны, цементация является частным случаем электроосаждения [1,2].

Согласно стандарту [3], электрохимическая коррозия – это взаимодействие металла с коррозионной средой (раствором электролита), при котором ионизация атомов металла и восстановление окислительной компоненты коррозионной среды протекают не в одном акте и их скорости зависят

от электродного потенциала. Применительно к реакции цементации это определение означает, что в данном случае коррозия является результатом работы контактных гальванопар «цементирующий металл – цементируемый металл». Раствор цементируемого металла является коррозионной средой по отношению к цементирующему металлу. Цементация возможна лишь постольку, поскольку отдельные участки поверхности цементируемого металла служат анодами, т.е. в процессе цементации окисляется (корродирует). Однако окисление (коррозия) цементирующего металла на анодных участках цементирующей поверхности является условием необходимым, но недостаточным. Для того чтобы процесс цементации происходил в практическом смысле, высвобождающиеся в результате коррозии цементирующего металла электроны должны поступать по проводнику первого рода (цементирующему металлу) к катодным участкам поверхности цементирующего, на которых восстанавливаются ионы цементируемого металла - этот процесс в теории коррозии называется деполяризацией катодного процесса. Поскольку цементации есть частным случаем электрохимической коррозии, то в случае кристаллизации цементируемого металла в порошкообразной форме, то в данном случае электрохимическую коррозию вполне правомерно рассматривать как один из способов получения металлических порошков.

Вместе с тем, поскольку при цементации кристаллизация цементируемого металла происходит под действием постоянного тока, вырабатываемого цементационными гальванопарами «цементирующий металл – цементируемый металл», цементацию правомерно рассматривать как частный случай электроосаждения, которое имеет свои термодинамические и кинетические особенности, рассматриваемые теоретической электрохимией [4].

На основании изложенных выше теоретических представлений в данной работе рассмотрена цементация меди алюминием из сернокислых растворов по реакции



Стандартные электрохимические потенциалы (E°) алюминия и меди сильно отличаются друг от друга. В частности, E° алюминия равен $-0,76$ В, E° меди равен $+0,34$ В [4]. Конечно, условия, при которых проводили измерения потенциалов в данной работе (концентрация и температура растворов, а также давление), были отличны от стандартных. Тем не менее, и в используемых в данной работе условиях проведения цементации правомерно ожидать

заметной разницы между электрохимическими потенциалами алюминия и меди. Более того, правомерно ожидать также, что в первый момент после погружения в раствор CuSO_4 электрохимический потенциал алюминиевого образца будет равен потенциалу алюминия в этом растворе. Затем, если на поверхности алюминия за счет цементации будет кристаллизоваться медь, потенциал алюминиевого образца по ходу цементации должен смещаться в область более положительных значений. В результате цементации потенциал алюминиевого образца должен принять некоторое компромиссное между потенциалами алюминия и меди значение.

Электролитический способ получения медного порошка, хотя и является весьма дорогостоящим, позволяет получать дендритные порошки, что очень важно для металллокерамической промышленности [1,2]. По сравнению с электролитическим заметно более дешевый и простой в осуществлении цементационный способ также позволяет получать порошки с заранее заданными свойствами – дендритностью, дисперсностью и др. [3]. Получение медного порошка цементацией меди железом из сернокислых растворов довольно подробно изучено [4-9]. Вместе с тем, цементационное осаждение дисперсной меди, по-видимому, возможно и с использованием других, более отрицательных по отношению к меди металлов, например, алюминия. Однако цементация меди алюминием как способ получения медных порошков еще мало изучена. Целью данной работы является исследование процесса получения медного порошка при цементации меди алюминием из сернокислых растворов.

Обычно в гидрометаллургии цементацию проводят с целью как можно более полного извлечения металла из раствора [2]. Образование на поверхности цементирующего металла компактного слоя-покрытия изолирует цементирующий металл от раствора, и реакция цементации прекращается [1,2]. С тем, чтобы формирующийся в процессе цементации на поверхности цементирующего металла слой цементируемого металла не препятствовал процессу цементации, необходимо, чтобы этот слой был рыхлым, дисперсным [1,2]. Одним из приемов, способствующих кристаллизации цементного осадка не в компактной, а рыхлой форме, является повышение температуры раствора [1,2]. В связи с этим проведены опыты по цементации меди алюминием в растворе, содержащем CuSO_4 и H_2SO_4 при температуре 70 °С.

Поляризационные измерения проводили с использованием потенциостата П-5827 в гальванодинамическом режиме при скорости задания тока $3,4$ мА/мм²·мин. Потенциалы рабочих электродов измеряли по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения с последующим пересчетом

на стандартную водородную шкалу потенциалов. Рабочие электроды представляли собой торцы залитой эпоксидной смолой алюминиевой и медной проволоки диаметром 2 мм. С тем, чтобы исключить влияние цементирующей меди на анодное поведение алюминия анодную поляризацию изучали в растворе $MgSO_4$ той же концентрации, что и раствор $CuSO_4$ – правомерность такого приема для исследования анодного процесса контактных (цементационных) гальванопар показана в [7].

Для получения медного порошка использовали растворы $CuSO_4$ объемом 2 л, в качестве цементирующего материала применяли пластины алюминия с поверхностью 2 дм². После цементации порошок промывали и сушили в вакуумном сушильном шкафу. Гранулометрический состав и насыпную плотность медного порошка определяли по стандартам [9,10]. Средний размер частиц рассчитывали на основании результатов ситового анализа по общепринятой в порошковой металлургии методике [11].

Количество выделившегося водорода измеряли объемным методом [12]. Замеренный в результате опыта объем выделившегося водорода приводили к нормальным условиям по методике, изложенной в [12]. Микроскопические исследования проводили с использованием металлографического микроскопа METAM-PB21. Документирование изображения выполняли цифровой видеокамерой DCM310 с записью изображения на компьютер.

Установлено, что при цементации меди алюминием из раствора $CuSO_4$ концентрацией 0,3 моль/л на поверхности алюминия кристаллизуется слой компактной меди, который хорошо виден на поперечном металлографическом шлифе (рисунок 1).

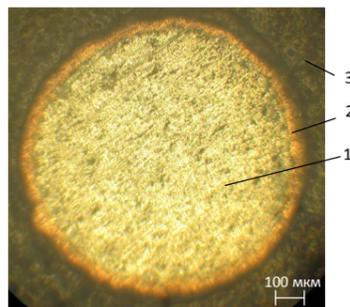


Рисунок 1 – Поперечное сечение алюминиевой проволоки с компактным слоем цементной меди: 1 - алюминиевая проволока, 2- слой компактной меди, 3 – эпоксидная смола

Время осаждения представленного на рисисунок 1 слоя компактной меди 5 мин. Подобные же шлифы по залитому эпоксидной смолой

поперечному сечению металла-цементатора (алюминиевой проволоки) с выкристаллизовавшемся на нем слоем компактной меди нами были выполнены и при продолжительности процесса цементации 30 и 60 мин. Металлографически установлено, что увеличение времени выдержки алюминиевой проволоки в растворе $CuSO_4$ концентрацией 0,3 моль/л не приводит к увеличению толщины слоя компактной меди – толщина остается такой же, что и на рисунок 1, т.е. при продолжительности процесса цементации 5 мин. Следовательно, возникший в начальный период процесса цементации компактной слой цементируемого металла, в частности меди, изолирует поверхность алюминия от раствора $CuSO_4$, после чего реакция цементации прекращается.

Поскольку компактный осадок тормозит процесс цементации, на практике стремятся создать такие условия процесса, чтобы цементируемой металл кристаллизовался не в компактной, а в дисперсной, т.е. порошкообразной форме. Одним из приемов, способствующих кристаллизации цементируемого металла в дисперсной форме, является введение в раствор ионов хлора [1-3]. Поэтому в дальнейших опытах в раствор $CuSO_4$ вводили ионы хлора в виде $NaCl$. При этом было замечено, что в отсутствие Cl^- , т.е. когда медь кристаллизуется в виде компактного осадка (рисунок 1), цементация меди не сопровождается выделением водорода. Опыты показали также, что введение в раствор $CuSO_4$ ионов Cl^- приводит не только к кристаллизации цементирующейся меди в дисперсной форме, но и к появлению побочного катодного процесса – выделению водорода. При этом количество выделяющегося водорода возрастает с ростом концентрации в растворе Cl^- (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние концентрации $NaCl$ на количество выделившегося водорода. Концентрация $CuSO_4$ в растворе 0,3 моль/л. Площадь цементирующей поверхности 4 см². Продолжительность процесса 0,5 часа.

№ опыта	Концентрация $NaCl$, моль/л	Выделилось водорода, мл
1	0,1	48,328
2	0,3	65,058
3	0,6	83,646

Как показали поляризационные измерения (рисунок 2), ионы Cl^- смещают стационарный потенциал меди в область более отрицательных значений на 0,10 В. В тех же условиях стационарный потенциал алюминия становится отрицательнее на 0,33 В. Таким образом, с ростом концентрации ионов Cl^- ЭДС контактной (цементационной) гальванопары $Al-Cu$ возрастает на 0,22 В.

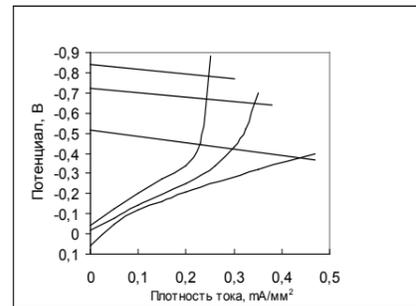


Рисунок 2 – Поляризационные диаграммы цементации гальванопары Al-Cu: 1'-3' – анодное растворение Al в растворе 0,35 моль/л MgSO₄; 1-3 – катодное восстановление Cu в растворе 0,35 моль/л CuSO₄. Концентрация NaCl, моль/л: 1,1' – 0; 2, 2' – 0,35; 3,3' – 0,60

В электрохимии вещества, присутствующие в электролите, ионы которых не участвуют в электродных окислительно-восстановительных процессах, принято называть посторонним электролитом. В нашем случае NaCl, являясь посторонним электролитом, повышает вязкость раствора CuSO₄, в связи с чем поляризация катода возрастает (рисунок 2). Более того, в присутствии NaCl ионы Cu²⁺ восстанавливаются на предельном токе, когда подвод этих ионов к катодным участкам лимитируется диффузией [1-3]. В целом же, как следует из рисунок 2, с ростом концентрации NaCl ток цементации контактной гальванопары Al-Cu уменьшается.

Размер образующихся при кристаллизации частиц зависит от соотношения скорости зарождения центров кристаллизации и скорости их дальнейшего роста. Применительно к цементационному осаждению это означает, что дисперсность порошка определяется соотношением ЭДС и тока цементации контактной гальванопары. Поскольку с ростом концентрации NaCl в растворе ЭДС контактной гальванопары Al-Cu возрастает, а ток цементации уменьшается (рисунок 2), следует ожидать, что с ростом концентрации NaCl должен осаждаться более дисперсный порошок меди, при этом скорость осаждения, по-видимому, должна уменьшаться. Поскольку в присутствии NaCl ионы Cu²⁺ восстанавливаются на предельном токе, это создает условия для осаждения не только более дисперсного, но и более дендритного порошка [1,2]. Более дендритный порошок при его свободной засыпке будет занимать больший объем, т.е. можно предположить, что насыпная плотность порошка с ростом концентрации NaCl должна уменьшаться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые проведено исследование цементации меди алюминием из сернокислых растворов. Экспериментально установлено, что для цементации меди в дисперсной форме из растворов CuSO₄ необходимо активировать процесс анодного растворения алюминий ионами хлора. Результаты планированных опытов по получению медного порошка цементацией меди алюминием согласуются с результатами поляризационных измерений электродных процессов контактной гальванопары Al-Cu.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стендер, В. В. Прикладная электрохимия. Харьков: ХГУ, 1961.
- 2 Баймаков, Ю. В., Журин, А. Н. Электролиз в гидрометаллургии. – М. : Metallurgizdat, 1963.
- 3 Алкацев, М. И. Процессы цементации в цветной металлургии. – М. : Металлургия, 1981.
- 4 Артамонов, В. П., Помосов, А. В. // Известия вузов. Цветная металлургия. 1976. №2. – С. 41.
- 5 Артамонов, В. П., Помосов, А. В. // Известия вузов. Цветная металлургия. 1976. № 3. – С. 30.
- 6 Артамонов, В. П., Помосов, А. В. // Порошковая металлургия. 1976. № 4. С. 1.
- 7 Артамонов, В. П., Помосов, А. В. // Электрохимия. 1984. – Т. 20. № 12. С. 1649.
- 8 Артамонов, В. П., Помосов, А. В. // Порошковая металлургия. 1987. № 1. – С. 5.
- 9 ГОСТ 18318-94. Порошки металлические. Определение размера частиц сухим просеиванием.
- 10 ГОСТ 19440-94. Порошки металлические. Определение насыпной плотности.
- 11 Кипарисов, С. С., Либенсон, Г. А. Порошковая металлургия. М. : Металлургия, 1980.
- 12 Левин, А. И., Помосов, А. В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии. М. : Металлургия, 1966.

Павлодарский государственный университет
имени С.Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 10.09.12.

В. П. Артамонов, Е. Ю. Перекопная, А. А. Абишев, А. Г. Бакиров,
Н. К. Кулумбаев

Мыс ұнтағын алудың гидрометаллургиялық үрдісін зерттеу

С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 10.09.12. баспаға түсті.

V. P. Artamonov, E. Y. Perekopnaya, A. A. Abishev, A. G. Bakirov,
N. K. Kulumbaev

Research of the process of hydrometallurgical production of the copper powder

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 10.09.12.

Екі валентті мыстың тотықсыздану үрдісінің зерттеуі және мыс ұнтағының алынуы жүргізілген. Тотығу-тотықсыздану шарттарын өзгерткен сайын ұнтақтың физика-механикалық қасиеттеріне әсер етуге болады.

The study of the cupric copper recovery to produce copper powder. It is shown that by changing the conditions of the oxidation-reduction reaction the physical properties of the powder can be affected.

УДК 624.044.43

**Д.С. БАХТИЯРОВА, Б.К. ОМАРОВА,
Е.Т. ХАСЕНОВ, А.К. КАРАКАЕВ**

**ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР КАК АЛЬТЕРНАТИВНОЕ
ТОПЛИВО ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ**

В статье представлен теоретический анализ при использовании диметилового эфира как альтернативное дизельное топливо.

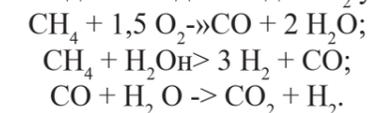
В последние годы все большее внимание исследователей привлекает использование **диметилового эфира** (ДМЭ) в качестве топлива для дизелей. Этот интерес вызван не только необходимостью замены традиционных нефтяных топлив альтернативными, но и возможностью существенного улучшения показателей токсичности отработавших газов (ОГ), некоторые из которых с

трудом поддаются кардинальному улучшению при работе дизеля на дизельных топливах. В многочисленных исследованиях проведено сравнение ДМЭ с другими моторными топливами, изучены его физико-химические свойства, процессы подачи, распыливания и сгорания. Проведены безмоторные исследования систем подачи ДМЭ в дизель, экспериментальные исследования дизелей на ДМЭ и его смесях с другими топливами - жидкими (дизельное топливо, синтетические топлива, спирты, масла) и газообразными (природный газ, синтез-газ). Оценены экологические качества дизелей, работающих на ДМЭ. Интенсивные исследовательские работы по использованию ДМЭ в качестве топлива для дизелей проводятся в России - в МГТУ им. Н. Э. Баумана, ФГУП «НИИД», ФГУП «НАМИ», ГТУ «МАДИ», ООО «ВНИИГАЗ».

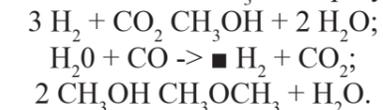
ДМЭ является простейшим эфиром и имеет формулу состава CH_3-O-CH_3 (или C_2H_6O). При нормальных атмосферных условиях ДМЭ находится в газообразном состоянии, но сжижается уже при давлении 0,53 МПа. ДМЭ практически нетоксичен и не загрязняет окружающую среду. В 1987 году был подписан Монреальский протокол, запрещающий производство озоноразрушающих соединений. ДМЭ имеет нулевой потенциал озоноразрушения в атмосфере - ODP. В 1997 году принят Киотский протокол, направленный на ограничение парникового эффекта нашей планеты. ДМЭ имеет нулевой потенциал глобального потепления - GWP.

В молекуле ДМЭ два метиловых радикала CH_3 соединены атомом кислорода, а его доля в этой молекуле составляет около 35%. Поэтому при сгорании ДМЭ в дизеле практически не образуются сажа, но из-за значительного содержания кислорода ДМЭ имеет низкую теплоту сгорания.

Диметиловый эфир может быть получен из любого углеводородного сырья (в том числе - из биомассы), но основным сырьем для производства ДМЭ в России является природный газ (продукт его окисления - синтез-газ). Природный газ (метан CH_4) реагирует с кислородом и водяным паром с образованием монооксида СО и диоксида CO_2 углерода по реакциям:



При последующем каталитическом синтезе из СО и CO_2 через промежуточные получение метанола CH_3OH образуется ДМЭ (CH_3OCH_3):



Технология производства этого топлива разработана датской фирмой Haldor Topsoe. Пока промышленное производство ДМЭ осуществляется

исключительно на стационарных установках. Однако быстрый прогресс в технологии производства ДМЭ (в частности, снижение давления синтеза с 32 до 9 МПа, переход на низкотемпературный катализатор и т. д.) может привести к появлению компактных реакторов ДМЭ, которые можно будет разместить на борту транспортного средства. Работы в этом направлении проводятся рядом зарубежных фирм, в частности, фирмой Volvo.

Применительно к рабочим процессам в ДВС актуальны свойства жидкого или газообразного ДМЭ, условия фазовых превращений, растворимости, химической активности и др. Ниже обсуждаются свойства, важные в отношении протекающих в дизеле процессов.

Свойства ДМЭ как моторного топлива. Сопоставление характеристик ДМЭ с ДТ показывает, что благодаря высокому цетановому числу (более 55) ДМЭ является ценным топливом для дизелей, а высокое содержание кислорода в молекуле ДМЭ и отсутствие связи углерод-углерод позволяет получить бездымное сгорание. Наличие кислорода в молекуле и связанное с этим пониженное стехиометрическое соотношение ($L_o=9$) приводит к уменьшению поверхности пламени в цилиндре дизеля и возможности снижения выбросов оксида азота.

Однако ДМЭ как топливо имеет ряд существенных недостатков. Из-за низкой температуры кипения усложняется топливная система, появляется возможность утечек топлива и образования взрывоопасной смеси при концентрации ДМЭ в воздухе выше 3,4%. Это означает, что работа на ДМЭ требует таких же мер предосторожности, как и на сниженном нефтяном газе. Из-за меньшей плотности и теплотворной способности ДМЭ требуется увеличение объемной подачи в 1,85 раза. Важно также отметить малую вязкость ДМЭ и, следовательно, необходимость использования противоизносных присадок.

Свойства смесей ДМЭ и дизельного топлива представляют самостоятельный интерес, так как по технологическим или стоимостным соображениям этот эфир может быть целесообразнее подавать не в чистом виде, а в смеси с ДТ (такая ситуация была, в частности, в Москве в 2004-2006 г.). По этой причине в МГТУ им. Н.Э.Баумана изучались свойства смесей ДМЭ и ДТ.

Простые соображения о линейной связи свойств от содержания компонентов в смеси справедливы, например, для вычисления плотности и теплотворной способности смеси ДМЭ и ДТ.

Однако для других важных свойств зависимости сложнее. Так, разработанные в МГТУ модели состояния многофазных смесей позволяют рассчитать сжимаемость, скорость звука, вязкость смесей в функции их содержания, параметров среды. Небольшие добавки ДМЭ поначалу

сильнее разжижают смесь и увеличивают ее сжимаемость (снижают скорость звука), чем последующий рост доли ДМЭ.

Интересные результаты получены в МГТУ им. Н.Э. Баумана Жердевым А. А., Глуховым С. Д., Шарабуриным А. В., Лелюхом А. А. [1]. Согласно закону Рауля давление насыщенных паров смеси должно изменяться пропорционально мольному содержанию компонентов. При температурах +100°C...+200°C смеси ДМЭ и ДТ приблизительно соответствовали этому закону, а при пониженных и повышенных температурах наблюдались отклонения от закона Рауля: при низких температурах - в сторону существенного завышения давления, при высоких температурах и содержаниях ДМЭ более 20% - в сторону занижения давления относительно теоретического.

Для хранения и подачи заранее приготовленной гомогенной смеси ДМЭ и ДТ необходима такая же газобаллонная арматура, как и для чистого ДМЭ.

Не менее интересное поведение важных для топливоподачи упругих свойств ДМЭ наблюдается при выделении из него паров (газовой фазы). К сожалению, в топливной аппаратуре это весьма вероятно, но крайне нежелательно. Как следует из расчетных результатов Грехова Л.В., Калинина Д.Н., Борисенко Н.Е., скорость звука (и сжимаемость) смеси резко изменяются при малейшем газосодержании.

Особенности топливной аппаратуры и топливоподачи диметилового эфира.

Отличие свойств ДМЭ от свойств ДТ приводит к **необходимости модернизации существующей топливоподающей аппаратуры (ТПА)** или созданию её новых образцов. Ввиду меньшей теплотворной способности приходится подавать ДМЭ в 1,47 раза большем по массе или в 1,85 раза большем по объему по сравнению с ДТ. Переразмеривать топливный насос высокого давления (ТНВД) систем непосредственного действия приходится также и из-за повышенной сжимаемости ДМЭ. Ситуацию несколько смягчает более низкое потребное давление впрыскивания. Приходится учитывать резкое повышение утечек и ускорение износа деталей из-за на порядок меньшей вязкости. Высокое давление насыщенных паров предъявляет повышенные требования ко всем процессам, где возможно вакуумирование: в линии высокого давления (ЛВД) в периоды между впрыскиваниями, в плунжерной полости при наполнении, при перекачке в линию низкого давления (ЛНД). Дополнительные трудности обусловлены сильной (и неблагоприятной) зависимостью этих свойств ДМЭ от температуры. Хранение и подача ДМЭ по ЛНД, заправка, обеспечение безопасности эксплуатации требуют реализации технических решений, используемых при подаче сжиженных и сжатых газов. Приходится считаться с химической активностью ДМЭ по отношению к уплотнениям и пластмассам.

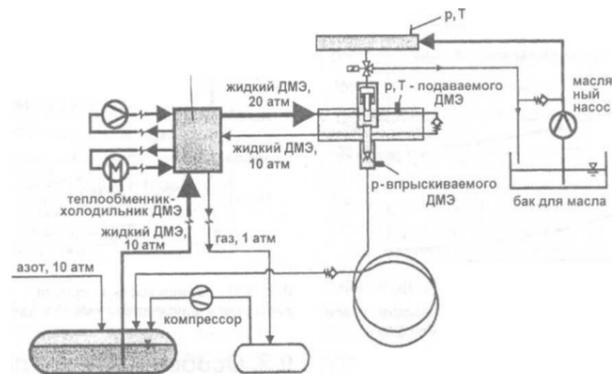


Рисунок 1 – Система хранения и подачи ДМЭ по линии низкого давления с опытной аккумуляторной системой с гидроприводными насос-форсунками

Фирмой AVL рассмотрены возможности различных вариантов высоконапорной топливной аппаратуры, которые обеспечиваются **унифицированной системой хранения и подачи ДМЭ** под низким давлением. Она представлена на левой части рисунка 1 [1].

Баллон для хранения ДМЭ может быть надут сжатым азотом (1 МПа) или иметь встроенный топливоподкачивающий насос. Альтернативное решение - баллон с подпором сжатым пропаном. Такую систему подкачки авторы назвали «термодинамическим насосом». Он представляет собой баллон, который можно считать гидрогазоаккумулятом с разделительной мембраной (рисунок 2). Над мембраной находится пропан под своим давлением насыщенных паров, под мембраной - ДМЭ. Мембрана исключает растворение и расходование пропана. Его давление обеспечивает нахождение ДМЭ только в жидкой фазе и гарантированную подачу в ТНВД (давление насыщенных паров пропана больше такового у ДМЭ на 50 - 100% при температурах -20-(+)50°С.

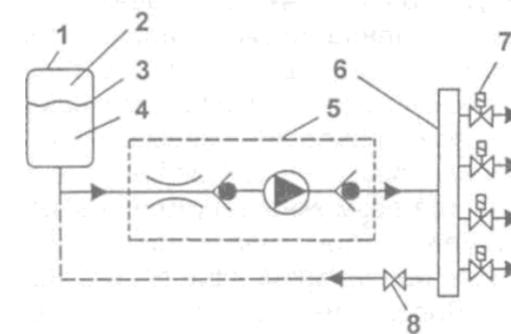


Рисунок 2 – Топливная система для подачи ДМЭ с «термодинамическим насосом» в баллоне: 1 - топливный баллон; 2 - пропан в газовой фазе; 3 - мембрана; 4 - ДМЭ в жидкой фазе; 5 - насос; 6 - аккумулятор системы Common-Rail; 7 - соленоиды форсунки; 8 - регулятор давления в аккумуляторе

Гидравлический управляющий модуль унифицированной системы топливоподачи ДМЭ (рис. 9.11) снабжен насосом среднего давления, сжимающим ДМЭ до давления $p=2-3$ МПа для подачи в рядный ТНВД (в данном случае - в насос-форсунки с гидроприводом плунжера) или до давления $p=30$ МПа для подачи в аккумулятор системы Common Rail. Во всех системах имеются утечки, приводящие к испарению эфира в атмосферу. Они собираются в газосборник и перекачиваются компрессором в основной баллон. Таким образом, устраняется взрыво- и пожароопасность, так как горючая смесь образуется при смешении ДМЭ с воздухом уже при концентрации ДМЭ в 3,5 %.

Все системы топливоподачи имеют возврат (слив) жидкого ДМЭ: это либо циркуляция топлива, необходимая для охлаждения и стабилизации наполнения плунжерных полостей, либо расход на управление (в системе Common Rail). Слив происходит под давлением, близким к давлению в гидравлическом управляющем модуле - 1 МПа. Процессы перекачки, нахождение ДМЭ в нагретых элементах ТПА вынуждают применять теплообменник-холодильник.

С точки зрения выбора типа высоконапорной части ТПА фирмой AVL приводятся следующие сведения и соображения. В насос-форсунках для уменьшения утечек использован масляный затвор в зазоре плунжерной пары. Он был эффективен в процессе работы дизеля, но приводил к утечкам при снятии давления масла. В рядном ТНВД из-за больших

утечек в горячем состоянии не удавалось достигнуть необходимой цикловой подачи. Герметичные уплотнения иного типа, помимо щелевого, не обеспечивают надёжность работы при характерных давлениях и скоростях плунжера. Кроме того, при нагреве ДМЭ требуется изменять активный ход плунжера. По этим причинам применение рядного ТНВД фирмой AVL признано малоперспективным и ее усилия были направлены на создание систем - Common Rail и насос-форсунок с гидроприводом плунжеров.

На правой части рисунка 1 представлена система с насос-форсунками с гидроприводом плунжеров (мультипликаторами давления). Для привода поршня гидроцилиндра используется масло с давлением 20 МПа. Особенностью насос-форсунок является применение управляющего клапана с двумя противоположно действующими электромагнитами. Это позволяет обеспечить требуемое быстрое действие клапана, управляющего подачей масла, а также использовать неработающую катушку в качестве датчика перемещения клапана. Согласно расчётам в опытном дизеле FM 5308 топливоподача с помощью плунжера диаметром 12 мм через сопла различного размера должна обеспечиваться в объёме 280 мм³ за цикл для ДТ и 543 мм³ для ДМЭ.

Несмотря на меньшие возможности, несомненные достоинства для подачи ДМЭ имеют *рядные и индивидуальные ТНВД*. К ним относятся в первую очередь их освоённость производством и возможность скорейшего внедрения. То обстоятельство, что высокое давление создается в период не более 1/20 времени цикла дизеля и может не накапливаться в больших объёмах ЛВД, существенно упрощает топливную систему в целом и позволяет снизить негативные эффекты (как это сделано в системе топливо-поддачи МГТУ им. Н.Э. Баумана). Проблемы, связанные с регулированием опережения впрыскивания и активного хода плунжера могут быть решены системой электронного управления. Альтернативный подход, использованный в исследовательских системах - две независимые системы впрыскивания ДТ и ДМЭ, включая самостоятельные форсунки.

При исследовании подачи смесей ДТ и ДМЭ в работе были выяснены оптимальные параметры сопел для дизеля размерности S/D=11,5/10 с цилиндрической мощностью $N_c=11$ кВт при 2300 мин⁻¹. Начав исследование от исходных параметров ТПА ($d_{ин}=8,5$ мм, $i_c/d_c=4/0,3$), для ДМЭ были получены новые оптимальные по расходу топлива значения $d_{ин1}=9,5$ мм, $i_c/d_c=5/0,32$. Приходится учитывать, что при переходе на лёгкие топлива индивидуальные свойства насосных секций становятся все более существенными и неравномерность подачи по секциям возрастает на 5-10 % на номинале и на 20-25 % на частичных режимах. Аналогичные изменения происходят и в отношении стабильности подачи по времени работы. Практически стабилизацию подачи

по времени и по цилиндрам удаётся обеспечить путем более тщательной комплектации плунжерных пар, клапанов, распылителей, трубопроводов по их гидравлическим характеристикам. Уже давно использовалось предложение обеспечивать смазку для предотвращения износа прецизионных деталей путем введения в зону трения (или маловязкое топливо) присадок. В простейшем случае - это масло или ДТ. В настоящее время для той же цели применяются более эффективные антиизносные присадки, например, Lubrizol. Эту присадку применила фирма AVL, она же используется на автомобилях, работающих на чистом ДМЭ с системами топливоподдачи, разработанными НАМИ и НИИД.

Расчётное исследование показало, что при переходе с ДТ на ДМЭ из-за различия в плотности этих топлив параметры подачи меняются мало, но из-за различия в их сжимаемости изменяются цикловая подача, продолжительность подачи и давление впрыскивания. Это вызвано совместным действием нескольких факторов, в том числе, увеличением активного хода плунжера (при корректировании величины цикловой подачи ДМЭ). При подаче ДМЭ отмечено влияние длины нагнетательного трубопровода на показатели топливоподдачи. В интервале частот вращения вала ТНВД 500-1000 мин⁻¹ показатели процесса топливоподдачи изменяются слабо, а при изменении положения рейки ТНВД цикловая подача и её продолжительность меняются по линейному закону. Экспериментально подтверждено влияние давления начала впрыскивания $P_{фо}$ на параметры топливоподдачи при постоянном активном ходе плунжера. Этот эффект используется для повышения производительности системы подачи ДМЭ и компенсации потерь мощности дизеля. Как показала практика НАМИ, с исходным давлением начала впрыскивания $P_{фо}$ запустить двигатель не удаётся. Приходилось снижать $P_{фо}$ с 22 до 12 МПа.

Следует отметить эффективность ДМЭ в отношении снижения нормируемых токсичных компонентов, простоту применения нейтрализаторов ввиду отсутствия сажи в ОГ, уменьшение парникового эффекта, эффективность применения в смесях с другими топливами, возможность получения ДМЭ из различного энергетического сырья (в том числе, из возобновляемого), перспективы снижения стоимости при крупнотоннажном производстве. В настоящее время ДМЭ рассматривается как перспективное топливо для дизелей транспортного назначения, а также дизелей различных стационарных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Работа дизелей на нетрадиционных топливах / В. А. Марков, А. И. Гайворонский, Л. В. Грехов и Н. А. Иващенко. - М.: Легион-Автодата, 2008. - С. 58-63.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 10.09.12.

Д. С. Бахтиярова, Б. К. Омарова, Е. Т. Хасенов, А. К. Каракаев
**Мақалада альтернативті дизель жылуы үшін диметилді эфирді
қолдану арқасында теориялық талдау жасалған**

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 10.09.12 баспаға түсті.

D. S. Bakhtiyarova, B. K. Omarova, E. T. Khasenov, A. K. Karakayev
Dimethyl ether as an alternative fuel for diesel engines

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 10.09.12.

*Мақалада альтернативті дизель жылуы үшін диметилді эфирді
қолдану арқасында теориялық талдау жасалған.*

*The paper presents a theoretical analysis of using dimethyl ether as an
alternative diesel fuel.*

УДК 624.074.43

**С. К. ЕЛЬМУРАТОВ, А. Ф. ЕЛЬМУРАТОВА,
Т. Н. ЕРМАНОВ, А. Е. ДЖАХАЕВ**

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРТОТРОПНЫХ ПЛАСТИН

*В работе рассчитывается прямоугольная ортотропная пластина
на действие поперечных сосредоточенных динамических нагрузок с учетом
локальных и распределенных масс при различных граничных условиях.*

Задачи исследования напряженно-деформированного состояния (НДС)
ортотропных пластин сопряжены со значительными математическими и
техническими трудностями, поскольку уравнения, описывающие их НДС,
имеют достаточно высокий общий порядок. С усложнением схемы загрузки

оболочек и пластин, проявлением их неоднородности, с учетом переменности
толщины трудности расчета резко возрастают. Все эти и другие факторов
исключают возможность аналитического расчета неоднородных оболочек и
пластин на статические и динамические воздействия. Оценка напряженно-
деформированного состояния таких сооружений и конструкций является
сложной задачей механики деформируемого твердого тела.

В статье рассчитывается прямоугольная ортотропная пластина на
действие поперечных сосредоточенных динамических нагрузок с учетом
локальных и распределенных масс при различных граничных условиях.

Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний ортотропной
пластины имеет вид [1]:

$$D_1 W_{,xxxx} + 2D_2 W_{,xxyy} + D_3 W_{,yyyy} + \frac{q}{g} W_{,tt} + KW = F \quad (1)$$

здесь F – поперечная динамическая нагрузка, которую будем задавать
в виде гармонических колебаний, наиболее часто встречающихся в
строительной практике:

$$F = R(A \cos \Theta t + B \sin \Theta t) - \frac{P}{g} W_{,t} \quad (2)$$

где R – амплитудное значение возмущающей силы; W – прогиб пластин;
 q – интенсивность нагрузки на единицу площади; K – коэффициент
упругости грунта; Θ – частота возмущающей силы; R – амплитудное
значение возмущающей силы; $\frac{P}{g}$ – интенсивность массы; D_1, D_2, D_3 –
цилиндрические жесткости, которые определяются по формулам:

$$D_1 = \frac{E_1 h^3}{12(1-\nu_1\nu_2)}, D_2 = \frac{E_2 h^3}{12(1-\nu_1\nu_2)}, D_3 = D_1\nu_2 + 2D_k, D_k = Gh^3/12$$

Решение уравнения (1) ищем в виде

$$W(x, y, t) = W(x, y)(A \cos \Theta t + B \sin \Theta t) \quad (3)$$

с учетом (2) и (3) дифференциальное уравнение (1) примет вид

$$\eta_1 W_{,xxxx} + 2W_{,xxyy} + \eta_2 W_{,yyyy} - \frac{q}{gD_3} \Theta^2 W - \frac{P}{gD_3} \Theta^2 W + \frac{K}{D_3} W = \frac{R}{D_3} \quad (4)$$

В (4) приняты обозначения для соотношений цилиндрических жесткостей

$$\eta_1 = \frac{D_1}{D_3}, \quad \eta_2 = \frac{D_2}{D_3} \quad (5)$$

Для решения дифференциального уравнения (4) применим метод конечных разностей [2,3]. Аппроксимируем пластину регулярной сеткой и запишем уравнение (4) для i -ой точки сеточной области [1].

$$\begin{aligned} & \left[\varphi_1 + \left(\frac{K}{D_3} - \frac{q}{gD_3} \ominus^2 - \frac{P}{gD_3} \ominus^2 \right) \lambda_1^2 \lambda_2^2 \right] W_i + \\ & + \varphi_2 (W_K + W_I) + \varphi_3 (W_m + W_n) + \\ & + \varphi_4 (W_q + W_p + W_0 + W_r) + \varphi_5 (W_S + W_t) + \\ & + \varphi_6 (W_U + W_V) = \frac{R \lambda_1^2 \lambda_2^2}{D_3} \end{aligned} \quad (6)$$

где коэффициенты при прогибах определяются из выражений

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \frac{6\eta_1}{\mu^2} + 8 + 6\eta_2 \mu^2, & \varphi_2 &= -\frac{4\eta_1}{\mu^2} - 4, \\ \varphi_3 &= -4\eta_2 \mu^2 - 4, & \varphi_4 &= 2, & \varphi_5 &= \frac{\eta_1}{\mu^2}, & \varphi_6 &= \eta_2 \mu^2, \end{aligned} \quad (7)$$

Для прямоугольных пластин $\mu = a/b$ – соотношение сторон; λ_1, λ_2 – размеры шагов сетки в направлении осей OX и OY соответственно.

Сосредоточенные массы и возмущающие силы определяются выражениями

$$P_0 = P \lambda_1 \lambda_2, \quad R_0 = R \lambda_1 \lambda_2, \quad (8)$$

С учетом принятых обозначений получим

$$\begin{aligned} & \left(\varphi_1 + \frac{K a^4}{S^4 \mu^2 D_3} - \frac{P_0 \ominus^2 a^2}{g D_3 S^2 \mu^2} - \frac{q \ominus^2 a^4}{S^4 \mu^2 D_3} \right) W_i + \\ & + \varphi_2 (W_K + W_I) + \varphi_3 (W_m + W_n) + \\ & + \varphi_4 (W_p + W_q + W_0 + W_r) + \varphi_5 (W_S + W_t) + \\ & + \varphi_6 (W_U + W_V) = \frac{R_0 a^2}{D_3 S^2 \mu^2} \end{aligned} \quad (9)$$

где S – число шагов сетки. Точки приложения сосредоточенных масс и возмущающих сил можно принимать произвольно в любом узле

сеточной области. Граничные условия шарнирного опирания, защемления и свободного края могут варьироваться по любой стороне пластинки или на участке стороны. Упругое основание также может учитываться на участке пластины или по всему основанию. Программа на ЭВМ составлена для произвольного числа шагов сетки S . В зависимости от значения S программа автоматически формирует нужное число уравнений в конечных разностях. Задачи решались при числе шагов сетки $S=6,8,10$. При $S=10$, без уточнения значений расчета, расхождение результатов с точным решением, которое дается для шарнирно опертой квадратной пластины лежит в пределах 5%.

Исследовалось влияние внешней нагрузки и граничных условий на прогибы пластины. Для шарнирно опертой изотропной пластины построим график зависимости прогиба W от величины сосредоточенной массы P_0 (рис.1).

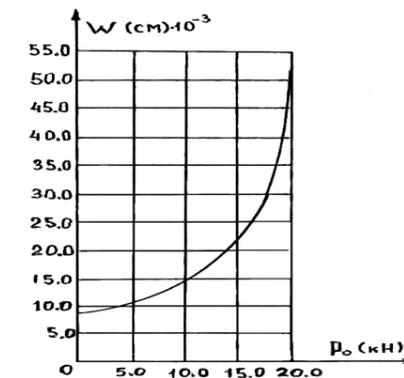


Рисунок 1 – График зависимости максимального прогиба от размера сосредоточенной массы

Решенные в работе задачи представляют практическую ценность при проектировании прямоугольных плит с комбинированными граничными условиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ельмуратов, С. К., Ельмуратова, А. Ф. Расчет ортотропных пластин на вынужденные колебания. В журнале “Наука и техника Казахстана”. Павлодар, ПГУ, 2002, № 4.
- 2 Варвак, П. М. Развитие и приложение метода сеток к расчету пластинок. – Киев, АН УССР, 1949, ч.1, 1959, ч.2.
- 3 Варвак, П. М., Рябов, А. Ф. Справочник по теории упругости. Будивельник, – Киев, 1971.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.12.

С. К. Елмуратов, А. Ф. Елмуратова, Т. Н. Ерманов, А. Е. Джахаев
Ортотропты пластиналардың кернеулі-деформациялық күйі

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

S. K. Elmuratov, A. F. Elmuratova, T. N. Yermanov, A. E. Jahaev

Stress-strain state of orthotropic plates

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Жұмыста әр түрлі шекті жағдайдағы жергілікті және таралған массаларды есепке алу арқылы көлденең шоғырланған динамикалық жүктемелерге тікбұрышты ортотропты пластиналардың әсері есептелінеді.

The paper presents a calculation of a rectangular orthotropic plate on the action of the transverse concentrated dynamic loads taking into account the local and distributed masses under various boundary conditions.

ӨОЖ 681.586.04

Д. А. ИСКАКОВА, Ж. М. ЫҚСАН, А. Н. РАЙЫМЖАНОВА

ЛАЗЕРЛІ БЕРГІШ КӨМЕГІМЕН СЫЗЫҚТЫ ШАМАЛАРДЫ ӨЛШЕУ СҰЛБАСЫ

Лазер бергіштер көмегімен сызықтық шамаларды өлшеудің ұсынылған сұлбалары ЖОО және өнеркәсіптік кәсіпорындардың зертханаларында бақылау кезінде пайдаланыла алады.

Осы ұсыныстар тетіктерді бақылаудың дәлдігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

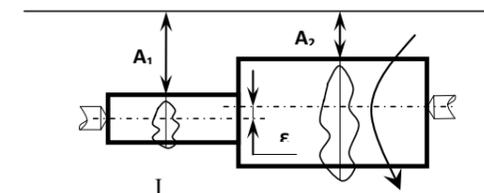
Өнеркәсіптегі қазіргі заман технологиялары өлшеу техникасының метрологиялық сипаттамаларын жоғаралатуды және сәйкесінше түйіспесіз әдістерге өтуді талап етеді, бұл әсіресе қалыңдықты, бұрыштарды,

жылдамдықты, ұзындықты өлшеу сияқты сызықты өлшеулер саласында көп кездеседі. Сондықтан өлшеу мен бақылаудың кең қолданылатын әдістері: оптикалық (сонын ішінде лазерлі) және ультрадыбыстық, бұлар бұйымдардың сызықты шамаларын түйіспесіз және нақты өлшеулердің талаптарына жауап береді. [1, 4, 5, 6]. Бақылау мен өлшеудің түйіспесіз әдістерін келесі жағдайларда: өлшеу объектісіне жақындауға қиын болған кезінде және өңделген тетіктің беті өте аз кедір-бұдырлыққа ие болып, қандай да бір түйіспелі аспапты пайдалану кезінде беттің кедір-бұдырлығына зиян келтіру мүмкіндігі болған жағдайда қолданған жөн. [2].

Сериясы M5/LAZER үш диапазонды орын ауыстырудың оптикалық бергіштері объектілердің бар-жоғын анықтауға арналған. Олар объектінің 0,5 тен 400 мм ауқымында триангуляцияндық принципі бойынша орын ауыстыруын өлшейді [3].

Диаметрлерді өлшеу үшін шеңберліктен және түзусызықтықтан ауытқуды анықтау кезінде қосарланған бергіштері қолданылады. Алдын ала үйлестірілген бергіштер бірдей қашықтықта талданатын тетікке перпендикуляр орналастырылады. Бірдей мәндер алынған кезде бақыланатын бұйымның қалыңдығы туралы қорытынды жасалады (қажетті қалыңдық туралы мәлімет алдын ала ЭЕМ жадына енгізілген).

Білік сатыларының шеңберліктен ауытқуын және эксцентриситетін ε өлшеу үшін (1 сурет) оның айналуы кезінде: алдымен I сатысының бетіне дейінгі қашықтықтардың айырымы $K_I = A_{\max I} - A_{\min I}$, содан кейін II сатысының бетіне дейінгі қашықтықтардың айырымы $K_{II} = A_{\max II} - A_{\min II}$ анықталады. K_I және K_{II} мәндері бойынша шеңберліктен ауытқуын және эксцентриситетін ε анықтаймыз.



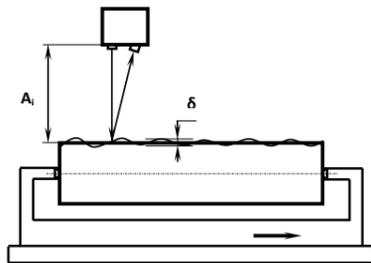
1 Сурет - Білік сатыларының шеңберліктен ауытқуын және эксцентриситетін ε өлшеу

Біліктің жасаушысының түзусызықтығынан ауытқуын анықтау үшін бақылауды келесі жолмен өткізеді: қозғалыссыз орнатылған бергішке қатысты білікті бойлай түзусызықты орын ауыстыру арқылы жүргізіледі. (2 сурет).

$$\delta = A_{\max} - A_{\min}, \quad (1)$$

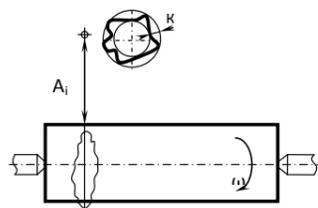
мұндағы δ – біліктің жасаушысының түзусызықтығынан ауытқуы.

Яғни, A_1, A_2, \dots, A_n қашықтықтарын өлшеген кезде компьютер мониторында білік жасаушысының шын беті пайда болады, ол арқылы түзусызықтығынан ауытқуын табуға болады.



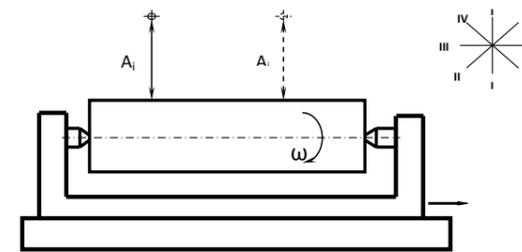
2 Сурет – Түзусызықтығынан ауытқуды анықтау

M5/LAZER түйіспесіз оптикалық бергіштердің мүмкіндіктерін пайдалана отырып білікті үздіксіз айналдыру жолымен шеңберліктен ауытқуды анықтау үшін қашықтықты өлшеу әдісін пайдалану сұлбасы беріледі $\omega = \text{const}$ (3 сурет). Өлшем A_1 бергіштен зерттелетін объектіге дейінгі қашықтық ретінде анықталады, зерттелетін объекті тұрақты бұрыштық жылдамдықпен ω айналып тұрады. Бақыланатын беттің талдауын аяқтаған кезде шеңберліктен ауытқу қолданылатын қондырғыдан объектіге дейінгі ең үлкен және ең кіші қашықтықтардың арасындағы айырымымен анықталады.



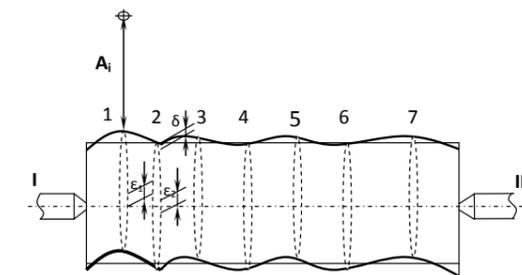
3 Сурет – Шеңберліктен ауытқуды анықтау

Келесі сұлба (4 сурет) түзусызықтығынан ауытқуды анықтауға мүмкіндік береді. Берілген сұлбаның жұмысы үшін әртүрлі қималарда жасаушының түзусызықтығынан ауытқу мен шеңберліктен ауытқудың үйлесімділігі пайдаланылады. Бақыланатын беттің талдауын аяқтаған кезде жоғарыда көрсетілген сұлбаға сәйкес болады.



4 сурет – Түзусызықтығынан ауытқуды анықтау

Сызықты ауытқуларды анықтау үшін келесі сұлба келтіріледі (5 сурет): осьтердің нақты ығысуын ескере отырып біліктің әрбір берілген қимасында цилиндрліктен ауытқуы анықталады.



$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$ – сәйкес қималарда білік центрінің ығысуы;
I - II – аспа центрлерінің осі

5 Сурет – Біліктің берілген қималарының осьтерінің нақты ығысуын ескере отырып цилиндрліктен ауытқуын анықтау

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Гусев, Е. А., Королев, М. В., Карпельсон, А. Е. и др. Приборы неразрушающего контроля толщины в машиностроении. – М. : Машиностроение, 1993. – 144 с.
- 2 Макаренко, В. В. Бесконтактные оптико-электронные приборы для контроля линейных размеров. Учебное пособие. Омск, ОмПИ, 1981. – 60 с.
- 3 E-mail: mail@melsensor. www.MELsensor.com.
- 4 Рабинович, А. Н. Приборы и системы автоматического контроля размеров деталей машин. – Киев : Техніка, 1970. – 396 с.
- 5 Клаассен, К. Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. – М. : Постмаркет, 2002. – 352 с.
- 6 Промышленное применение лазеров/ Под ред. Г. Кебнера; перевод с англ. – М. : Машиностроение, 1988. – 280 с.

7 Құдайбергенов, Р. Техникалық көптілдік сөздік: қазақша-орысша-немісше-ағылшынша. - Астана, 2008. – 795 б.

С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

Д. А. Искаков., Ж. М. Ыксан, А. Н. Райымжанова

Схема измерения линейных величин при помощи лазерных датчиков
Павлодарский государственный университет
имени С. Торайғырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

D. A. Iskakova, Zh. M. Yxan, A. N. Raiymzhanova

Scheme for measuring linear values using laser sensors

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Предложенные схемы измерения линейных величин при помощи лазерных датчиков могут быть использованы при контроле в лабораториях ВУЗов и промышленных предприятий.

Данные рекомендации дают возможность повысить точность контроля деталей.

The offered schemes of measurement of linear values by means of laser sensors can be used at control in laboratories of higher education institutions and in the industrial enterprises.

The recommendations give the chance to increase accuracy of details control.

УДК 624.2

О. К. КАИРОВ

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

В данной статье приведён краткий анализ принципа работ автоматизированной системы управления дугоплавильной печи и его электрических режимов. Рассмотрен современный этап развития

30

дугоплавильных установок. Определены основные задачи оптимизации технологических процессов, а также указаны оптимальные параметры процессов в дугоплавильной печи. Описаны электрические режимы оказывающие влияние на качество и количество производимой продукции, также описан режим для эффективной экономии электроэнергии.

Развитие автоматизации электросталеплавильного производства и в особенности автоматизации дугоплавильных печей переживает настоящее время удивительный скачкообразный подъём. Использование микропроцессоров, автоматизированных систем управления и, последнее время, интеллектуальных систем позволило обеспечить решение качественно новых задач, поставить на практические рельсы задачи оптимизации процессов: достижение максимальной производительности, минимального расхода электроэнергии, максимального расхода электродов и т.д.

Современная дугоплавильная печь представляет собой мощную энергетическую установку для выплавки металла. Тепло необходимое для выплавки шихты и протекания физико-химических процессов в печи, выделяется в электрической дуге.

Поэтому управление электрическим режимом печи или электрической мощностью выделяемой в дуге, является важнейшей задачей автоматического управления.

Для управления механизмами печи, кроме механизма перемешивания электрода, применяют системы, принятые для печей переменного тока. Сохраняется также полностью система контроля и блокировок, в которую добавляют цепи контроля за состоянием подового электрода и соответствующие блокировки.

Система управления электрическим режимом заменяется полностью. Осуществляется независимое управление током и напряжением дуги. Управление током осуществляется с помощью тиристорных выпрямителей. Общая схема электропитания, реализованная для ряда печей выглядит следующим образом.

Силовой трансформатор с первичным напряжением 6 или 10 кВ и вторичной стороной в виде четырех трёхфазных обмоток, каждая из которых подключена к одной из четырех секций тиристорного преобразователя. Секции тиристорного преобразователя имеют тиристорные переключатели, позволяющие включать все секции последовательно, по две секции параллельно и между собой последовательно и все секции параллельно. Это позволило отказаться от переключателя напряжения трансформатора; поддерживать постоянную мощность печи во все периоды плавки устанавливая в начале плавки минимальный ток и максимальное напряжение; в середине плавки удваивать ток, в два

31

раза снижать напряжение, а в завершающей стадии плавления ещё раз удваивать ток и в два раза уменьшать напряжение. Автоматическая система управления тиристорного преобразователя включает микроконтроллер, обеспечивающий управление и защиту источника электропитания, перемешивание расплава, защиту основных узлов печи. В цепи постоянного тока включены сглаживающие реакторы.

Силовая часть источника электропитания, включая печной трансформатор, не имеет электромеханических переключающих устройств, ток дуги с высокой точностью стабилизирован во все периоды плавки. Изменение силы тока регулятором плавки без толчков (включая режимы поджига дуги) устраняет динамические нагрузки на гибкие токоподводы, многократно увеличивая их ресурс. Контроль электрических параметров дугоплавильной печи необходим для поддержания заданного режима работы печи, при определении не симметрии нагрузки в подводящей цепи и некоторых других функций.

Таким образом, из анализа протекания процесса расплавления следует, что помимо физических ограничений ввода электроэнергии в печь, обусловленных мощностью используемого трансформатора, существует и ряд технологических ограничений, обусловленных, прежде всего, допустимой мощностью потока излучения на стены и свод печи и допустимой длины дуги.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

О. К. Каиров

Болат балқытатын доға пешті автоматтандыру жүйесі мен басқаруды өңдеу және талдау

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

О. К. Kairov

Analysis and development of the arc furnace automated control systems

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Берілген мақалада болат балқытатын доға пешті және оның электрлік режимін автоматтандырылған жүйе жұмысының принципін басқарудың қысқаша талдауы көрсетілген. Болат балқытатын құралдың қазіргі даму

кезенін қарастырады. Технологиялық процестердің оңтайландырудың негізгі тапсырмалары анықталған, сонымен бірге болат балқытатын пешті оңтайландыру параметр процестері көрсетілген. Өндірілетін өнімнің саны мен сапасына электрлік режимнің көрсететін әсері сипатталған, сонымен қоса электроэнергияны үімді эконоомдау үшін режим берілген.

In this article a brief analysis of the principles of operation of the arc smelting furnace's automated control system and its electric modes has been provided. The current stage of development of the arc smelting installations has been discussed. The main problems of optimization of technological processes, as well as the optimal parameters of the processes in the arc smelting furnace have been indicated. The electric modes affecting the quality and quantity of products, and the mode for effective energy savings have been described.

ӨОЖ 74.22

**М. М. КАКИМОВ, А. Л. КАСЕНОВ,
Д. Р. ОРЫНБЕКОВ, Ж. Х. ТОХТАРОВ**

**ТАБИҒИ ШЫРҒАНАҚ ӨНІМІН ПРЕСТЕУ ПРОЦЕСІН
ЖҮЗЕГЕ АСЫРУДА МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУДІ
СИПАТТАУ**

Берілген мақалада табиғи шырғанақ өнімін престоу процесін жүзеге асыруда математикалық моделдеуді сипаттау қарастырылған.

Әртүрлі технологиялық процестерді сипаттау үшін математикалық модельдеу әдісі кеңірек қолданылады. Зерттелетін процесс әртүрлі математикалық теңдіктердің көмегімен сипатталады. Мысалға, дифференциалдық теңдіктердің жүйесі. Математикалық сипаттамада математикалық статистика және ықтималдық теориясының әдістері пайдаланылып, құрылған дифференциалдық теңдіктердің жүйесі шешіледі (интегралданады). Дифференциалдық теңдіктер жүйесінің шешімдерін әртүрлі есептеуіш машиналардың көмегі арқылы алуға болады. Шешімдер қарастырылып отырған процестердің үйлесімді көрестекіштерін алдынала зерттеуге мүмкіндік береді.

Шырын сығу процесінде престоу процесін қарқындатуды теориялық негізде зерттеу, ғылыми жұмыстың мазмұнын жан-жақты аша түседі. Әртүрлі тамақ өндірісінде престоу процесін зерттеу негізінде көптеген ғалымдар біршама жұмыстар атқарған, соның ішінде шнекті престоу

тұрғысында [1]. Алайда престоу процесінің, соның ішінде шнекті престоудің күрделілігіне байланысты оны математикалық сипаттауда көптеген ізденістер болғанымен нақты орнықты теориялық есептеу жолдары қалыптаспаған. Сондықтан теориялық зерттеу бағыттары алда қойған зерттеу жұмысының мақсаттарына байланысты анықталады. Аймақтық табиғи ресурстарды тиімді пайдалану үшін шырғанақ өнімін профилактикалық және емдік тұрғысында тамақ өнімдеріне қолдану мақсатында, престоу процесін қарқындету.

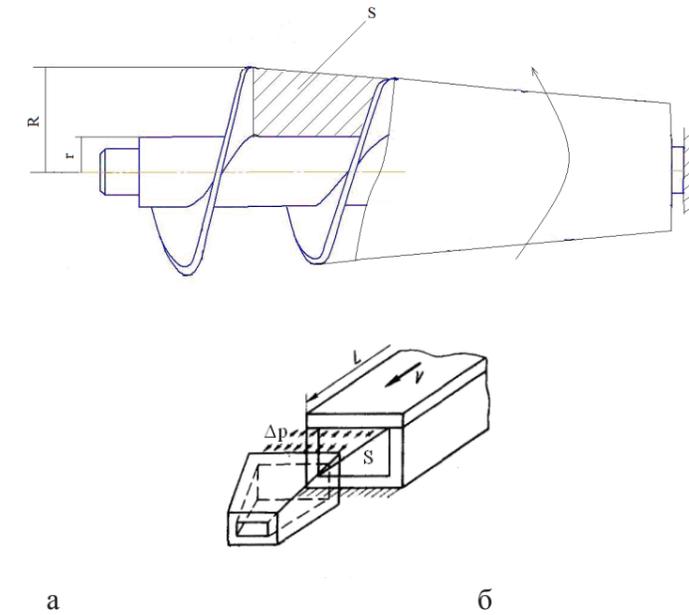
Сондықтан, қолданылып келген теориялық математикалық мәліметтерді негізге ала отырып, жүйелі түрде сараптамадан өткізу, престоу процесін қарқындетуде тиімді жолдарды тандап алуға өз көмегін тигізеді.

Шнекті престоудің математикалық сипаттамалары біртұтас берік жүйелердің теңдеулерінен, қозғалыс, энергиялық және реологиялық жағдайлардан тұратын престоушы материалдардың теңдеулік жүйелері арқылы шешілуі мүмкін. Бірақ, бұл жүйелер арқылы материалдардың қисық сызықты шнекті арналарда престоу процесін нақты сипаттау теңдеулерін алу өте күрделі. Біздің зерттеу жұмысымыздағы шнек құрылғысымен бірнеше функцияларды, яғни өнімнен сұйық фазаны бөліп алуға, сықап беруге және конус тәрізді шырын шығатын тор түрінде болатын қалыптаушы жұмыстарын атқаратындықтан, нақты математикалық теңдеулердің жүйесін алуды одан сайын күрделендіре түседі. Сондықтан теңдеулерді белгілі бір жорамалдар мен шектеулер кіргізу арқылы шешуге болады [2].

Модельдеуге жорамалдарды көбірек кіргізген сайын, сараптамалық шешімді табу соғұрлым жеңілдей түседі. Бұл жерде бір ескеретін жағдай модельдеу жорамалын нақты дұрыс тандай білу, неғұрлым шешімнің дәл шығуына көмектеседі.

Осы тұрғысында математикалық модельді мына түрде жорамалдаймыз: престоушы шнекті қозғалмайды деп алып, керісінше сыртқы тұғырды айналдырсақ. Бұлай жорамалдап есептеу математикалық шешімнің оңайырақ алынатынына көмектесетінін алдағы есептеулерде көзіміз жетеді. Нақты алып қарасақ бұл жерде айырмашылық жоқ. Тек қана өңделетін массаны машинаға тиесудің ыңғайсыздығына байланысты өмірде мұндай әдіс қолданылмайды.

1 - суретке сәйкес пресс жабдығының жұмысшы құрылғыларының қозғалысына көңіл аударсақ: престоушы шнек қозғалмайды, сыртқы тұрығы айналуға.



Сурет 1 - Математикалық модельдеудегі престоудің құрылымдық (а) және есептік (б) сұлбалары

Нақты шнекті арна біздің жағдайда тіктөртбұрышты бұрамалы ойық қимасы түрінде. Бұл бұрамалы ойық қимасын жазып, тіктөртбұрышты қималы ұзындығы бұрамалы ойыққа тең келетіндей арна түрінде алып жоғары жорамалда көрсетілген қозғалыспен жылжитындай күш берсек. Жорамалды нұсқа мен тамақ өндірісінің шнек арналарының нақты радиустарының есептеулерін салыстыра келгенде қателік 8÷10 % аспайды, яғни біздің жағдайға пайдалануға келеді.

Бұл нақты бұрамалы және жорамалды нұсқалардың қатынастарын келесі түрдегі формула арқылы есептеп табуға болады

$$\varepsilon = \frac{\beta}{(\beta - 1) \cdot (\beta^2 - 1)} \cdot [\beta^2 - 1 - 2 \ln \beta]$$

мұнда $\beta = \frac{R}{r}$.

Сонымен модель екі құрылғыдан: біріншісі шнекті арнаға белгілі бір артық әр қысым тудыратын шырын шығатын конус тәрізді торлы шеткі қабырғасы қозғалмайтын құрылғыдан (қозғалыстағы тұрқы) тұрса, екінші құрылғы престоушы трапеция тәріздес қимадан тұрады. Бұл арнаның шыға

берісіндегі қалыптаушы құрылғы әсерінен жорамал түрдегі шнекті көлеміндегі өңделетін материалдың қозғалысына қарсы әр қысым пайда болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Кошевой, Е. П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. Санкт-Петербург, 2001. - 368 с.

2 Касенов, А. Л., Какимов, М. М., Тохтаров, Ж. Х. / Рациональное использование облепихи в пищевом производстве и медицине / Аграрная наука – сельскому хозяйству международная научно – практическая конференция. АГАУ, Барнаул 2010. – С. 529-531.

С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

М. М. Какимов, А. Л. Касенов, Д. Р. Орынбеков, Ж. Х. Тохтаров
Характеристика математической модели выполнением природной продукции облепихи прессовочным процессом

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

М. М. Kakimov, A. L. Kasenov, D. R. Orinbekov, Zh. H. Tohtarov
Description of mathematical model by implementation of natural products of sea-buckthorn by a presser process
Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

В статье рассматривается характеристика математической модели выполнением природной продукции облепихи прессовочным процессом.

In the article description of mathematical model is examined by implementation of natural products of sea-buckthorn by a presser process.

УДК 64.074.4

А. Т. КАНАЕВ, А. В. БОГОМОЛОВ, Ж. М. ЫКСАН

**ОСОБЕННОСТИ ГОРЯЧЕЙ ДЕФОРМАЦИИ
АУСТЕНИТА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ СТ. 5**

В статье представлены материалы исследований структуры стали марки Ст.5 при пластической деформации для получения информации о механизмах упрочнения и разупрочнения металлов

Для непосредственного изучения структурных изменений, происходящих в процессе пластической деформации при температурах 800-1100°C использовали высокотемпературную установку ИМАШ 20-78, позволяющую получать ценную информацию о механизмах упрочнения и разупрочнения, взаимосвязи между структурой и механическими свойствами исследуемых материалов.

В данной работе в качестве материала для исследований была выбрана углеродистая сталь марки Ст.5, используемая для производства массовых видов сортового проката.

Методика проведения экспериментов сводилась к следующему.

Образцы с тщательно отполированной поверхностью для растяжения толщиной и шириной по 3 мм и длиной рабочего участка 6 мм нагревали в вакуумной камере установки до температуры 980°C при разряджении 2·10⁻⁵ мм в. ст. Во время эксперимента вели автоматическую запись диаграммы в координатах усилие – время $p = f(\tau)$. Температуру образцов на рабочей длине в момент деформации поддерживали постоянной на уровне 980°C с погрешностью не более ±5°C. Скорость движения активного захвата установки равнялась 28 мм/мин. Для получения диаграммы горячей деформации $\sigma_{ист} = f(\psi_{ист})$ строили предварительно тарировочную зависимость деформации ϵ от времени деформирования. $\epsilon = f(\tau_{деф})$. $\psi_{ист}$ – истинное значение сужения образца в месте образования шейки. Для построения тарировочной зависимости $\epsilon = f(\tau_{деф})$ образцы деформировали при температуре 980°C в течение заданного времени, по истечении которого произвели мгновенную разгрузку и определяли истинное значение относительного сужения, соответствующее данному отрезку времени. Далее в основном эксперименте пользовались полученной тарировочной кривой, определяя степень деформации во время деформирования. Диаграмму горячей деформации строили путем пересчета записанных в координатах $p = f(\tau)$ кривых растяжения

образцов, для чего на оси времени, в соответствии с тарировочной зависимостью $\varepsilon = f(\tau_{деф})$, определялись точки, соответствующие деформации, кратно 5%. Истинное напряжение для этих точек определяли по формуле $\sigma_{ист} = P / F (1-\psi)$, где

$\sigma_{ист}$ - истинное напряжение течения при растяжении;

P – усилие, соответствующее истинной величине относительного сужения в момент времени τ ;

τ – текущее значение времени;

F – исходная площадь поперечного сечения.

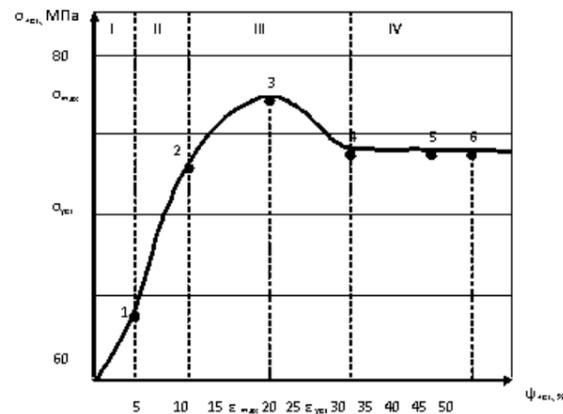


Рисунок 1 - Диаграмма горячей деформации стали марки Ст.5

Диаграмма горячей деформации аустенита углеродистой стали марки Ст.5сп., представленная на рис. 1, представляет собой зависимость истинного напряжения течения от истинного относительного сужения при растяжении. Видно, что диаграмма горячей деформации имеет 4 характерных стадии изменения напряжения течения в зависимости от уровня деформации.

I стадия аналогична легкому скольжению на кривой деформационного упрочнения, когда действует одна система скольжения.

II стадия соответствует множественному скольжению и максимальной интенсивности роста напряжения течения на начальных этапах горячей пластической деформации, характеризуется напряжением и деформацией, соответствующими на диаграмме от точки 1 до точки 2.

III стадия дальнейшего роста, но с постепенным ослаблением интенсивности роста, отвечает уровню напряжения и деформации от точки 2 до точки перехода через максимум $\sigma_{ист} - \psi_{ист}$. Эти две стадии соответствуют упрочнению-горячему наклепу. Как видно из диаграммы, II стадия сопровождается интенсивным деформационным упрочнением, о чем

свидетельствует наклон кривой и линейная зависимость между $\sigma_{ист}$ и $\psi_{ист}$. На III стадии наклон кривой и соответственно интенсивность упрочнения уменьшается, что связано с развитием термически активируемых процессов разупрочнения. Наличие двух участков горячего наклепа свидетельствует о смене механизма структурообразования при деформации [1]. Точка перехода от II стадии ко III является границей, выше которой на процесс горячего наклепа накладывается процесс динамического возврата, в основе которого лежит поперечное скольжение и переползание дислокаций.

IV стадии отвечает участок диаграммы за точкой 4 кривой $\sigma_{ист} - \psi_{ист}$, отличается наличием постоянного по величине или малоизменяющегося значения напряжения. При этом непрерывно набирается деформация. Эта стадия характеризуется одновременным протеканием двух конкурирующих процессов: деформационного упрочнения в результате горячего наклепа и разупрочнения по механизму динамического возврата. На этой стадии деформации интенсивно развивается ячеистая субструктура, характеризующаяся тем, что зерно металла дислокационными скоплениями разбивается на ячейки, внутри которых плотность дислокации заметно меньше, чем в стенках. Диаметр ячеек обычно составляет 1-3 мкм, толщина их стенок на порядок меньше. Из-за избытка дислокации одного знака в стенке соседние ячейки разориентированы на углы до 1-2°. Ячеистая структура в конце III стадии и при переходе к стадии IV трансформируется в динамически равноосную полигонизованную структуру с равноосными субзернами. Отличие полигонизованной субструктуры от ячеистой состоит в том, что при полигонизованной субструктуре тело деформированного зерна разделено на мельчайшие субзерна с малоугловыми субграницами, представляющими собой плоские сетки дислокации, а при ячеистой субструктуре малоугловые границы образованы объемными сетками дислокации.

Особенностью динамически полигонизованной субструктуры является то, что кроме упрочняющего эффекта из-за торможения дислокаций субграницами, они (субграницы) могут пропускать через себя дислокации, т. е. способствуют релаксации пиковых микронапряжений. Это, естественно, снижает склонность металла к хрупкому разрушению (повышается вязкость). Таким образом, характер субзеренной структуры – размеры субзерен, структура субграниц и плотность дислокаций в них, играет большую роль для получения высоких механических свойств и снижения склонности к хрупкому разрушению. Важным преимуществом субструктуры, образовавшейся на стадии динамической полигонизации, является также ее высокая термическая стабильность. Структура, образовавшаяся механизмом

динамической рекристаллизации, менее благоприятна из-за своей неоднородности и большей термической нестабильности.

На IV стадии устанавливается динамическое равновесие между упрочнением, обусловленным горячей деформацией и одновременно протекающим интенсивным разупрочнением. При этом разупрочняющими процессами могут быть динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация, проходящие в условиях одновременного воздействия деформирующихся усилий.

Если главным разупрочняющим процессом на стадии установившегося течения является динамическая полигонизация, то в процессе горячей пластической деформации формируется тонкая дислокационная субструктура с относительно невысокой плотностью дислокации внутри субзерен. Такая субструктура динамической полигонизации наиболее предпочтительна при совмещенной деформационно-термической обработке, она легко наследуется мартенситом с достижением в закаленной стали наиболее благоприятного сочетания высокой прочности и пластичности [2].

Если же подавляющим процессом разупрочнения на стадии установившегося течения является динамическая рекристаллизация, то возникает неустойчивая субструктура с повышенной плотностью дислокации внутри субзерен. Это связано с тем, что при динамической рекристаллизации не все избыточные дислокации уничтожаются, поскольку продолжающаяся горячая деформация вносит в тело субзерен новые свежие дислокации. Поэтому в определенной степени горячий наклеп в процессе динамической рекристаллизации сохраняется.

Важное практическое значение имеет то обстоятельство, что созданная на IV стадии субструктура динамической полигонизации вследствие снижения накопленной энергии обладает способностью тормозить статическую (первичную) рекристаллизацию при последующих, нередко длительных, последеформационных выдержках (до 40 с). Это расширяет технологические возможности при практическом осуществлении деформационно-термического упрочнения с прокатного (деформационного) нагрева [3].

Выводы

1. Диаграмма горячей деформации углеродистой стали марки Ст.5сп. характеризуется четким выявлением четырех стадии деформации: горячего наклепа, динамического возврата, полигонизации и стадии установившегося течения, что свидетельствует о протекании сложных упрочняющих и разупрочняющих процессов во время горячей пластической деформации.

2. Упрочняющие процессы вызываются увеличением плотности дислокаций под действием внешних сил, а также взаимодействием

дислокаций между собой. Разупрочняющие процессы могут быть вызваны динамической полигонизацией и (или) динамической рекристаллизацией.

3. Установлено влияние степени деформации и последеформационной паузы на прочностные характеристики стали марки Ст.5сп. и показано, что упрочнение достигается на стадии горячего наклепа при степени деформации $\epsilon = 10\%$. Последеформационная пауза до 40 с практически не приводит к интенсивному разупрочнению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Канаев, А. Т.** Дислокационная теория упрочнения металлических материалов. Республиканский журнал «Технология производства металлов и вторичных материалов», Темиртау, 2003, №2 – С. 64-73.

2 Материалы Международного семинара по термомеханической обработке металлических материалов. – М. : МИСиС, 1996.

3 **Нечаев, Ю. С., Канаев, А. Т.** К вопросу о механизме термомеханического упрочнения низкоуглеродистых и низколегированных сталей. – Металлы, Известия РАН. : Москва, 1995, №2. – С.159-165.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

А. Т. Канаев, А. В. Богомолов, Ж. М. Ықсан

Ст.5 маркалы көміртекті болаты аустениттің ыстық деформациялауының ерекшелігі

С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

A. T. Kanaev, A. V. Bogomolov, Zh. M. Yxan

Peculiarities of the hot deformation of an austenite of carbon steel St. 5

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Бұл мақалада металдарды беріктендіру және механизмдер мәліметтерді алу үшін пластикалық деформациядағы Ст.5 болаттың құрылымының зерттеулері келтірілген.

The article presents research on the structure of steel St.5 under plastic deformation to obtain information about the mechanisms of hardening and softening of metals.

Ю. А. КОВАЛЬ

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ
ОТ ШИРИНЫ ЛОПАСТИ ВЕТРОКОЛЕСА**

В статье показаны теоретические расчеты и исследования зависимости мощности ветродвигателя от ширины лопасти ветроколеса как источника энергии

Ветер является одним из самых доступных источников энергии. В отличие от солнца, он может «работать» днем и ночью, на севере и на юге, летом и зимой. При этом ветровая энергия доступна, имеется везде и практически неисчерпаема. Главные преимущества энергии ветра: энергонезависимость, отсутствие потребности в каком-либо топливе, экологическая чистота, экономическая выгода.

Ветроэлектрические установки (ВЭУ) используются для обеспечения автономным питанием – электроэнергией – различных бытовых и специальных промышленных потребителей.

Те, кто сегодня используют ВЭУ, делают это из-за отсутствия возможности подключения к центральному энергоснабжению или хотят быть энергонезависимыми.

Но есть и недостатки ВЭУ: дороговизна оборудования, шум от работы ветродвигателей, обледенение лопастей, образующее осколки и, главное, неравномерность поступления энергии [1]. Первые недостатки решаются совершенствованием конструкции ВЭУ, с обледенением лопастей борются специальными химическими составами.

Проблема неравномерного поступления энергии может быть решена путем экспериментальных исследований и испытаний моделей и опытных образцов ВЭУ с целью определения оптимальных параметров ветроколеса, таких как число, профиль лопастей, а также их ширина, позволяющих повысить действительный КПД ветродвигателя и стабильность вращения ветроколеса.

Для определения влияния ширины лопасти ветроколеса на параметры ветродвигателя, была испытана модель ВЭУ с шестью лопастями. Диаметр ветроколеса 620 мм. Испытывались лопасти трапецеидальной формы с шириной большего основания 44 мм, 68 мм, 92 мм, 114 мм. Для обеспечения возможности применения результатов исследований к

ветроколесам других диаметров, были определены значения относительной площади лопастей S

где S_l – площадь лопасти, мм²;

$S_{вк}$ – ометаемая площадь ветроколеса, мм²

Стабильный воздушный поток со скоростью 6 м/с обеспечивался аэродинамической трубой в лабораторных условиях.

Результаты испытаний приведены в таблице 1.

На основании данных таблицы 1 построены графики зависимости: частоты вращения от относительной площади лопасти (рисунок 1), момента от относительной площади лопасти (рисунок 2), мощности от относительной площади лопасти (рисунок 3).

Таблица 1 – Результаты испытаний модели ВЭУ

Относительная площадь лопасти S	Параметр	Угол установки лопастей, град.					
		7	11	15	20	25	30
0,24	Момент M, Н·м	0,165	0,186	0,206	0,219	0,239	0,25
	Частота вращения n, об/мин	720	595	510	460	350	295
	Мощность N, Вт	11,9	11	10,5	10	8,4	7,4
0,30	Момент M, Н·м	0,239	0,25	0,263	0,28	0,305	0,342
	Частота вращения n, об/мин	715	610	510	470	360	310
	Мощность N, Вт	17	15,3	13,4	13,2	11	10,6
0,37	Момент M, Н·м	0,33	0,336	0,359	0,364	0,369	0,38
	Частота вращения n, об/мин	690	625	505	465	375	315
	Мощность N, Вт	23,8	22	19	17,7	14,5	12,5
0,43	Момент M, Н·м	0,33	0,34	0,4	0,52	0,567	0,602
	Частота вращения n, об/мин	700	500	460	425	365	280
	Мощность N, Вт	24,2	17,8	19,3	23,1	21,7	17,6

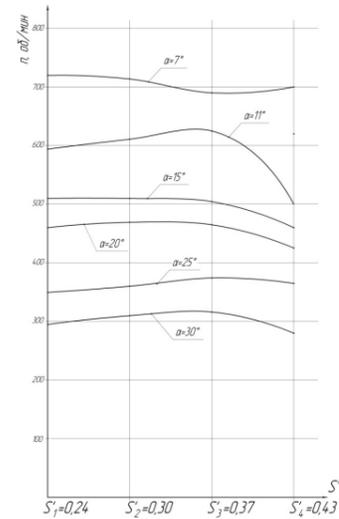


Рисунок 1 – График зависимости частоты вращения ветроколеса от относительной площади лопасти

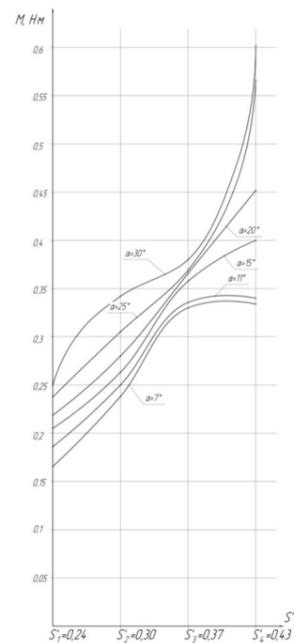


Рисунок 2 – График зависимости момента на валу от относительной площади лопасти

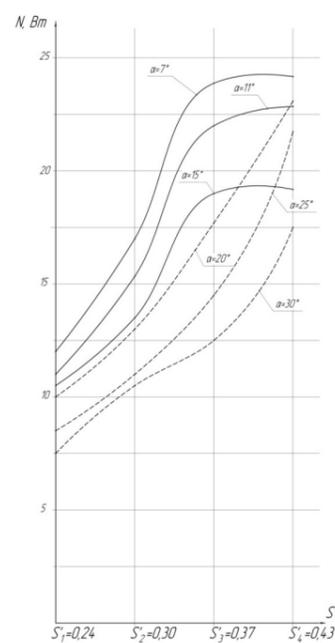


Рисунок 3 – График зависимости развиваемой ВЭУ, от относительной площади лопасти ветроколеса

На основании построенных графиков можно сделать следующие **выводы**:

1. Увеличение ширины лопасти незначительно влияет на частоту вращения ветроколеса;
2. Крутящий момент на валу ветроколеса значительно растет с увеличением ширины лопасти и угла установки;
3. С увеличением ширины лопасти и уменьшением угла установки значительно растет мощность, развиваемая ВЭУ.

Таким образом, для шестилопастных ветродвигателей рекомендуется применять лопасти с относительной площадью S_3 , установленные на угол 11° , так как при этом обеспечивается оптимальное соотношение между крутящим моментом и частотой вращения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Кашкаров, А. П.** Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 144 с.
- 2 **Фатеев, Е. М.** Ветрогенераторы и ветроустановки. – Москва, 1948.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

Ю. А. Коваль

Дөңгелек желдоңғалақтың көлемі желқозғалғыштың тәуелділік сипаттамасына экспериментті анықтау

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

Yu. A. Koval

Experimental determination of a wind turbine characteristics dependence on the rotor blade width

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Мақалада энергия көзі ретінде дөңгелек желдоңғалақтың көлемі желқозғалғыштың күшіне тәуелділігі зерттеліп және теориялық есеп шығарылды.

The article shows the theoretical calculations and research of dependence of a wind turbine capacity on the width of the rotor blade as an energy source.

**Ф. С. ЛОБАЧЁВ, А. О. НУРГАЗИНОВА,
Л. А. ВАРЛАМОВА, П. В. КОРНИЕНКО**

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА
С ОПТИМАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

В статье рассматриваются вопросы оптимизации основных-физико-технических свойств полистиролбетонов – принципиально нового класса теплоизоляционно-конструкционных бетонов, отвечающих повышенным требованиям энергоресурсосбережения в области строительства.

Повышение требований по энергоресурсосбережению в строительстве ставит в приоритетное положение особо легкий полистиролбетон (ПСБ) плотностью от 150 до 600 кг/ м³, прочностью 0,2-3,5 МПа, морозостойкостью F25-F100 по ГОСТ Р 51263-99, разработанный ВНИИ железобетоном, занимающий особое место как наиболее эффективный теплоизоляционно-конструктивный материал.

Он не требует существенных затрат на создание производства, а его применение, при обеспечении современных требований по теплозащите, не приводит к утолщению наружных стен зданий, как это имеет место при использовании ячеистых бетонов, что снижает эффективность инвестиционных затрат на строительство.

В отличие от ближайшего аналога – ячеистого бетона – полистиролбетон представляет собой принципиально новый класс теплоизоляционно-конструкционных бетонов, обладающих уникальными свойствами: повышенной в среднем в 2,5 раза прочностью на растяжение при изгибе и на 10-15% прочностью на сжатие; пониженными в 1,5 раза водопоглощением, на 10-30% теплопроводностью и в 2,7 раза паропроницаемостью.

Морозостойкость ПСБ значительно выше, чем у автоклавных ячеистых бетонов, испытываемых по регламентируемой ГОСТ 31359-2007 мягкой методике с оттаиванием замороженных образцов над водой, что приводит к их постепенному высыханию, уменьшению деструкционных процессов и завышению показателей морозостойкости на 2-3 марки против жесткой методики ГОСТ 10060.1-95 с оттаиванием образцов в воде. В условиях отсутствия единой методики испытаний легких бетонов для сопоставления с ячеистым бетоном Мрз полистиролбетона должна умножаться на повышающий коэффициент К=2.

В полистиролбетонных конструкциях плотностью от 250 кг/ м³ металлическая арматура в отличие от ячеистого бетона не требует защитных покрытий. Данный материал имеет высокие показатели по звукоизоляции и долговечности, легко обрабатывается, биостоек, не повреждается грызунами.

Теплотехнический потенциал полистиролбетона, изготавливаемого по традиционной технологии, в настоящее время имеет значительные резервы, связанные с возможностью технологического управления свойствами материала, основанного на расчетной модели зависимостей прочности, плотности и теплопроводности полистиролбетона от состава и качества его компонентов.

В данной работе на основе разработанной ВНИИ железобетоном [1, 2] расчетной модели полистиролбетона как двухкомпонентного материала слитной структуры предложены формулы для определения прочности (1, 2) и плотности материала (3)

Формула (1) связывает прочность ПСБ с его плотностью, характеристиками компонентов и содержанием пенополистирольного вспененного гранулированного заполнителя (ПВГ). Формула (2) описывает прочность ПСБ как функцию прочности цементной матрицы согласно общепринятой зависимости $R = f(R_{ц}, Ц/В)$ с учетом снижения прочности матрицы при ее поризации, а также впервые используемых коэффициентов, отражающих влияние концентрации φ и свойства n ПВГ.

Преобразуя формулу (1), можно получить удобное для практики уравнение (4), позволяющее рассчитать плотность ПСБ с требуемой прочностью

В случае поризованной цементной матрицы

$$R_{ц.м.} = 0,3R_{ц} \left(\frac{Ц}{В} - 0,5 \right) \left(1 - \frac{V_{ц.м.}}{100} \right)^2$$

где $V_{ц.м.}$ - объем вовлеченного воздуха, %;

$\rho_{ц}$ - плотность цемента, г/с м³;

$R_{ц}$ - активность цемента, в возрасте 28 сут. или после тепловой обработки, МПа;

n - комплексный показатель, характеризующий совокупность свойств ПВГ и их влияние на прочность ПСБ.

Варьируемые параметры в этих формулах

- объемная концентрация φ - 0,3-0,65;

- плотность гранул - 0,02-0,06 г/с м³;
 что соответствует насыпной плотности - 7-30 кг/ м³;
 Ц/В - от 1,2 до 3.

- объем вовлеченного воздуха в цементной матрице $V_{\text{в}}^{\text{ц.м.}}$ - от 30 до 70 %

Требуемая прочность ПСБ марок D250 и выше (отпускная или в проектном возрасте), учитываемая при расчете стен и перемычек теплоэффективных зданий, принимается в зависимости от класса по прочности ПСБ (B0,35-B2,5) и его однородности. Согласно ГОСТ Р 51263-99 нормативный партионный коэффициент вариации (Vп) ПСБ равен 18%. Однако, как показал производственный опыт, при надлежащей технологии и контроле качества значение Vп может составлять 10-12%. Это в соответствии с методикой ГОСТ Р 18105-90 позволяет снизить требуемую плотность до 25% и получить ПСБ с заданной прочностью.

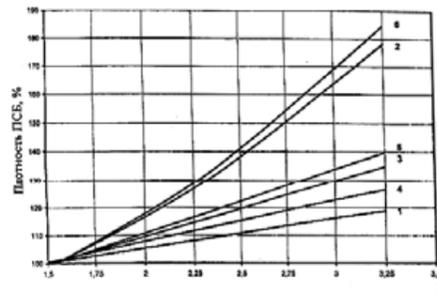


Рис. 1 - Расчетные зависимости между плотностью и прочностью ПСБ при варьировании показателя качества ПВГ (n) и его содержания в полистиролбетоне (ф): 1, 3, 5, 7 - ф=0,3; 2, 4, 6, 8 - ф=0,6; 1, 2 - n=1,6; 3, 4 - n=2,0; 5, 6 - n=2,4; 7, 8 - n=2,8

Наличие формул позволяет рассчитать влияние различных факторов на прочность и плотность ПСБ. При снижении водосодержания смеси, например за счет введения водоредуцирующих добавок или повышения ее жесткости, прочность ПСБ практически не меняется, так как для сохранения одинаковой плотности бетона необходимо увеличить объем вовлеченного

воздуха, что нивелирует эффект от повышения Ц/В. Как следует из анализа формулы (4) и кривых на рис. 1 и 2, в зависимости от свойств ПВГ возможно получение составов наименьшей плотности при различных значениях ф. Использование высококачественного ПВГ (n=1,6) с оптимальной ф=0,6 позволяет на 30-40% снизить плотность по сравнению с ПСБ, приготовленном на ПВГ низкого качества (n=2,8) с тем же $\varphi = 0,6$.

При оптимизации ф уменьшается различие в плотности ПСБ, приготовленных на ПВГ с низким и высоким качеством. Причем этот эффект мало зависит от прочности ПСБ. Оптимизация величины ф дает

большой эффект для бетонов, приготовленных на ПВГ низкого качества (n=2,5-3,0 – снижение рПСБ на 20-25%). Для ПСБ, приготовленного на ПВГ высокого качества (n=1,5-1,7), эффект снижения плотности составляет 5-10%.

Таким образом, для получения ПСБ наименьшей плотности необходимо устанавливать оптимальные значения ф с учетом свойств применяемого ПВГ. При этом необходимо обеспечить требуемую удобоукладываемость, воздухоудерживающую способность, нерасслаиваемость, сохраняемость и перекачиваемость (для монолитного бетона)готавливаемых смесей. Уплотненная смесь должна иметь слитную (поризованную) структуру. Для этого необходимо соблюдать надлежащий режим приготовления смеси, правильно назначать дозировку воды и воздухововлекающей добавки.

Практическое использование выведенных формул требует увязки комплексного показателя n с конкретными определяемыми и контролируемыми характеристиками ПВГ (крупность, плотность, прочность и однородность гранул). Результаты экспериментов выявили явную тенденцию к росту n по мере увеличения размера гранул ПВГ и снижения их плотности (прочности).

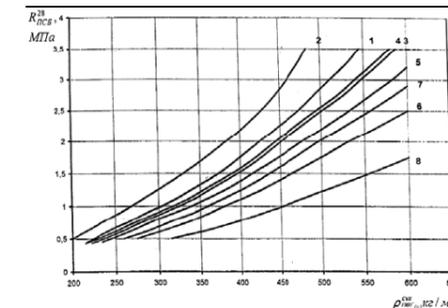


Рис. 2 - Влияние показателя качества ПВГ (n) на плотность ПСБ при различной ф и прочности полистиролбетона: 1-3 - рПСБ=0,5 МПа; 4-6 - рПСБ=2,0 МПа; 1, 4 - ф 0,3; 2, 6 - ф 0,6; 3, 5 - оптимальное ф для ПСБ данной прочности

Для совокупной оценки характеристик ПВГ был предложен параметр m, рассчитываемый по формуле где - средний размер гранул, мм

- плотность гранул, г/см³,
 K_1 - совокупный коэффициент, учитывающий изменение прочности гранул, однородности их поровой структуры, температурного режима и кратности вспенивания и охлаждения

($K_1 = 2$);

K_2 – коэффициент, учитывающий однородность гранул по размерам ($K_2 = 1,1$).

Обработка результатов экспериментов позволила построить обобщенную зависимость между n и m, которая описывается формулой.

$$n = 1,5 + 1,7\sqrt{m - 0,03}$$

На рис. 3 показана усредненная зависимость между комплексным показателем n и параметром m.

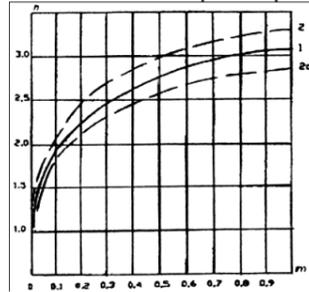


Рис. 3 - Зависимость между комплексным показателем n и параметром m, оценивающим совокупность свойств ПВГ: 1 – усредненная зависимость; 2 и 2а – пределы колебаний

Расчетные формулы учитывают результаты испытаний более 80 составов ПСБ марок D150-D550 с прочностью 0,2-3,0 МПа, приготовленных на 33 партиях ПВГ, полученных на заводе ЗАО «Юникон-ЗСК» (рис. 4) и ряде предприятий России. В испытаниях варьировались насыпная плотность ПВГ (7-30 кг/м³), плотность гранул (0,02-0,06 г/с м³) со средним размером 2,5-10 мм с рядовым и фракционированным зерновым составом. В опытах применяли цементы различных заводов с активностью 30-50

МПа.

Расхождения между фактическими и расчетными значениями плотности и прочности ПСБ находились в пределах ±12%, среднее квадратическое отклонение составило 6,3%.

Требуемая прочность ПСБ через 28 суток, МПа	Плотность ПСБ/расход цемента, кг/м ³ при применении ПВГ с n и значениях φ			
	n=1,6; φ=0,5-0,6	N=2,0; φ=0,3-0,6	n=2,4; φ=0,3-0,4	n=2,8; φ=0,3
0,5	205/160	235/190	250/210	250/210
0,75	245/194	285/235	300/255	315/270
1,0	265/210	325/270	335/285	360/305
1,5	335/270	395/330	415/355	435/370
2,0	385/315	450/380	485/415	495/425
2,5	425/350	500/420	535/455	560/480
3,5	485/405	590/500	630/540	660/570
5,0	595/500	700/605	-	-

Таблица 1. Минимальные значения плотности ПСБ (в сухом состоянии) и расход цемента при применении ПВГ различного качества

Таким образом, проведенные исследования позволили предложить для практики статистически обоснованные эмпирические расчетные формулы для определения плотности ПСБ с требуемой прочностью.

Пользуясь этими формулами, можно без

проведения трудоемких экспериментов установить значения минимальной плотности ПСБ с требуемой прочностью на применяемых материалах и оптимальный состав полистиролбетона (значения, расход цемента).

Окончательный состав должен устанавливаться по результатам приготовления смесей в производственных условиях с уточнением

расходов воды и воздухововлекающей добавки для получения смеси с требуемыми свойствами и наименьшей стоимостью.

В табл. 1 приведены значения минимальной плотности ПСБ при использовании ПВГ с различными характеристиками, а также оптимальные значения φ и расходы цемента для получения таких бетонов.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что применение ПСБ минимальной плотности с оптимальным содержанием ПВГ наивысшего качества позволяет в среднем снизить плотность до 40% и расход цемента на 20-25%.

Расход цемента рассчитывали по формуле

$$\rho_{\text{ПСБ}} = \varphi \cdot \rho_{\text{ПВГ}}$$

Для получения ПСБ с минимальной плотностью следует использовать ПВГ с возможно меньшей величиной показателя n – желательно 1,5-1,7. Такой ПВГ может быть получен при значениях m, равных 0,03-0,05.

Анализ формулы (6) показывает, что для этого надо использовать мелкий ПВГ (фракций 1,25-5 мм) с плотностью гранул 0,02-0,06 г/с м³, отличающихся повышенной прочностью (величина K₁ не менее 2). Насыпная плотность такого ПВГ будет находиться в пределах 11-25 кг/м³ (для ПСБ D350-D600) и 8-10 кг/м³ (для ПСБ D150-D300), а его расход на 1 м³ ПСБ – 0,9-1,1 м³.

Класс ПСБ по прочности	Требуемая прочность, МПа, при V _n , %		Плотность ПСБ, кг/м ³		Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/м ² С				Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/м ² С, при условиях эксплуатации Б			
	18	12	мин.	ср.	ПСБ		МПСБ		ПСБ		МПСБ	
					при плотности	при плотности	при плотности	при плотности				
B0,35	0,52	0,41	175	245	0,060	0,074	0,049	0,064	0,067	0,087	0,054	0,073
B0,5	0,75	0,58	220	290	0,069	0,083	0,060	0,071	0,071	0,101	0,067	0,084
B0,75	1,12	0,88	250	350	0,075	0,095	0,065	0,081	0,090	0,120	0,075	0,098
B1,0	1,55	1,17	295	395	0,084	0,104	0,072	0,088	0,102	0,129	0,085	0,105
B1,5	2,25	1,76	360	450	0,102	0,120	0,083	0,103	0,122	0,145	0,101	0,123
B2,0	3,00	2,34	415	500	0,113	0,137	0,091	0,115	0,133	0,186	0,109	0,149
B2,5	3,75	2,93	450	620	0,125	0,149	0,097	0,124	0,145	0,205	0,115	0,163
B3,5	5,25	4,10	510	-	0,132	-	0,107	-	0,169	-	0,129	-

Таблица 2. Эффективность различных технологических приемов повышения теплозащитных свойств полистиролбетона. Примечания 1. МПСБ – модифицированный полистиролбетон, приготавливаемый на цементно-шлаковом вяжущем или ШПЦ специального назначения с водоредуцирующими добавками. 2. Минимальная плотность ПСБ рассчитывалась по формуле (3) при RПСБ, определенном по ГОСТ 18105 при Vn=12%, φ=0,5-0,6, n=1,6. Средняя плотность – при φ=0,3-0,4, n=2,8

В табл. 2 показаны эффективность различных технологических приемов снижения коэффициентов теплопроводности ПСБ (в сухом состоянии и при условиях эксплуатации Б), включая повышение однородности производства полистиролбетонных

изделий в заводских условиях с уменьшением коэффициента вариации по прочности с Vn=18% до Vn=12%, и выпуск опытных партий

модифицированного полистиролбетона (МПСБ) с применением шлакопортландцемента (ШПЦ).

Как следует из данных табл. 2, приемы, снижающие плотность ПСБ, – оптимизация состава и свойств ПВГ (п) и повышение его однородности – позволяют уменьшить коэффициент теплопроводности в сухом состоянии на 15-25%, а расчетный коэффициент теплопроводности – на 20-30%.

Модификация ПСБ снижает коэффициент теплопроводности на 13-20% для бетона минимальной плотности и на 14-17% для ПСБ со средней плотностью. Расчетный коэффициент уменьшается на 16-20% для ПСБ со средней плотностью и на 30-45% для МПСБ минимальной плотности по сравнению с ПСБ со средней плотностью.

Во всех случаях конечные показатели насыпной плотности ПВГ и экономии цемента должны быть увязаны с экономикой получаемого ПСБ.

Учитывая, что цена 1 м³ ПВГ зависит от стоимости бисерного стирола при использовании в ПСБ минимальной плотности ПВГ с повышенной плотностью, стоимость сырья на 1 м³ ПСБ, несмотря на снижение расхода цемента, может повыситься.

Однако при технико-экономической оценке строительных материалов для наружных ограждающих конструкций расчеты следует выполнять не на 1 м³ материала, а на 1 м² конструкций при их требуемом уровне теплозащиты. При подобном подходе необходимо учитывать сниженное до 20% значение расчетного коэффициента теплопроводности ПСБ минимальной плотности. В результате толщина однослойной блочной полистиролбетонной кладки для наружных стен даже в условиях повышенных требований к сопротивлению теплопередаче до $R_0=3,5 \text{ м}^2\text{оС/Вт}$ (для Центрального региона России в 1,4-1,8 раза) может быть уменьшена на 10-15%. При расчете на 1 м² стены это обстоятельство снижает расход материалов, электроэнергии и дает значительную экономию при производстве ПСБ изделий и строительстве энергоэффективных зданий.

Одним из преимуществ такого подхода является возможность использования для ограждающих конструкций ПСБ средней и повышенной плотности (D400-D450) наряду с увеличением размеров стеновых блоков.

Обобщение экспериментальных данных в условиях заводского производства показало, что водопотребность полистиролбетонных смесей повышается с ростом плотности ПСБ и расходом цемента. Для ПСБ D150 водопотребность составляет 90-100 л/ м³, для ПСБ D600 – 170-180 л/ м³ (марки смеси по удобоукладываемости П1-П2). Для получения смеси повышенной удобоукладываемости (марки П4-П5)

должны применять пластификаторы, снижающие расход воды, но не влияющие на прочность бетона. Ц/В цементного теста по мере увеличения плотности ПСБ повышается с 1,0-1,3 (D150) до 2,7-3,0 (D600). Объем вовлеченного воздуха в бетонной смеси, необходимый для получения слитной структуры с превышением плотности уменьшается с 30-35% до 15- 20%. Уменьшение ϕ с 0,6 до 0,3 требует увеличения степени поризации и дозировки воздухововлекающей добавки. Однако при интенсивном режиме перемешивания это увеличение не превышает 10-20% и незначительно замедляет схватываемость смеси.

Существенное влияние на перемешивание и поризацию смеси оказывает влажность ПВГ. С повышением влажности до 20-30% насыпная плотность ПВГ увеличивается на 10-15%. При объемном дозировании это приводит к уменьшению фактического содержания заполнителя, вызывая при неизменной дозировке воздухововлекающей добавки уменьшение объема вовлеченного воздуха и повышение плотности бетона. Для приготовления ПСБ с высокой однородностью следует использовать ПВГ с постоянной влажностью 10-12%.

Анализ приведенных выше формул и накопленного опыта заводского производства полистиролбетонных ограждающих конструкций и изделий позволяет рекомендовать следующие основные технологические мероприятия для улучшения свойств и оптимизации составов полистиролбетонов



- получение ПСБ с улучшенными свойствами требует организации специализированного производства пенополистирольного заполнителя высокого качества (показатель $n - 1,5-1,7$) из подготовленного сырья – фракционированного бисерного стирола, обеспечивающего при оптимальных режимах вспенивания и охнаслаждения получение мелкого заполнителя (фракций 1,25-5 мм) с плотностью гранул 0,02-0,06 г/с м³, влажностью 10-12%, насыпной плотностью 8-10 кг/ м³ для ПСБ D150-D300 и 11-25 кг/ м³ для ПСБ D350-D600. Конструкция установок должна обеспечивать минимальный расход тепла, потери сырья и необходимую экологическую безопасность;



Рис. 6. Откалиброванные полистиролбетонный стеновой блок и перемычки

- приготовление ПСБ должно осуществляться с поризацией воздухововлекающими добавками. За счет постоянства плотности, зернового состава и влажности ПВГ, применения объемных дозаторов (точность $\pm 2\%$), регулярного контроля плотности приготовленной смеси (отклонение от заданной $\pm 3\%$) и точности дозирования добавок, воды и цемента ПСБ должен иметь высокую однородность по плотности и прочности. Партионный

коэффициент вариации по прочности не должен превышать 12%. Это позволяет при приготовлении ПСБ марок D250 и выше снизить требуемую плотность до 25% с обеспечением заданной прочности материала;

- для дополнительного уменьшения коэффициента теплопроводности ПСБ с пониженной плотностью рекомендуется технология модифицированного полистиролбетона (МПСБ) с использованием в качестве вяжущего шлакопортландцемента (ШПЦ) специальной поставки с гарантированной маркой 400-500 и пониженной на 30-40% теплопроводностью с содержанием молотого граншлака 30-50%, а при приготовлении смеси – введением водоредуцирующих добавок 1-2 групп эффективности. Теплопроводность может при этом снизиться дополнительно до 15%, а в целом с учетом пониженной плотности – до 20-25%. Для реализации этого эффекта необходимо организовать на основе ШПЦ массовое промышленное производство «теплого» цемента с гарантированной пониженной теплопроводностью и стабильной активностью (40 МПа и более);

- наличие полученных расчетных формул позволяет на стадии проектирования намечаемых к строительству зданий и организации производственной базы выполнить в рамках ТЭО оптимизацию составов ПСБ и их расчетных показателей (плотности, прочности, теплопроводности), необходимых для установления толщины наружных ограждающих конструкций, предполагаемую стоимость ПСБ и конструкций, технико-экономическую эффективность намечаемого строительства.

В заключение необходимо отметить, что специалистами ВНИИЖелезобетона под руководством автора разработана комплексная инновационная технология полистиролбетонов, основанная на:

- использовании полученных статистически обоснованных аналитических зависимостей для расчета минимальной плотности и теплопроводности при оптимальной прочности полистиролбетона с учетом новых комплексных параметров ПВГ, основанных на опыте работы ЗАО «Юникон-ЗСК» и других производств России;

- отработанной в производственных условиях ЗАО «ЮниконЗСК» технологии получения повышенной однородности продукции (рис. 6) с доведением партионного коэффициента по прочности бетона до $V_p=12\%$;

- технологии производства одифицированных бетонов с использованием «теплых» цементов (ШПЦ), отработанной на опытной базе института. Заводское производство изделий по данной технологии будет осуществлено при промышленном выпуске «теплого» цемента;

- модернизированной технологии производства ЗАО «Юникон-ЗСК», использующего новое смесительное, формовочное, калибровочное оборудование и модификаторы свойств ПСБ, обеспечивающие возможности компьютерных технологий для приготовления ПСБ с заданными свойствами с учетом показателей ПВГ и автоматизированного производства по резательной технологии с расчетной толщиной ограждающих конструкций энергоэффективных зданий, определяемой в зависимости от района строительства, типа здания и нормативных требований по теплозащите.

При этих условиях реализуются значительные технологические резервы полистиролбетона, используемого для ограждающих конструкций энергоэффективных зданий системы «Юникон», которые по праву занимают лидирующее место среди строительных материалов в России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Рахманов, В. А., Довжик, В. Г. Амханицкий, Г. Я.** «Улучшение свойств и оптимизация составов полистиролбетона». Труды II Всероссийской (международной) конференции по бетону и железобетону. М. 2005. Т. 4.

2. **Рахманов, В. А.** «Расчетный метод определения состава полистиролбетона с требуемой прочностью и минимальной плотностью». Журнал «Промышленное и гражданское строительство», № 7, 2009.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.12.

Ф. С. Лобачёв, А. О. Нургазинова, Л. А. Варламова П. В. Корниенко
Полистиролбетон құрылымының үйлесімділігінің инновациялық технологиясы

С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

F. S. Lobachev, A. O. Nurgazinova, L. A. Varlamova, P. V. Kornienko
Innovative technology polystyreneconcretes with optimal properties
Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Мақалада құрылыс аумағында энергия қорын үнемдеуді талап етуді жоғарылатуға жауапты жаңа кластағы жылуизоляторлық-конструкциялық бетондардың полистиролбетондардың жалпы физико-техникалық құрылымының оңтайландыру сұрағы қарастырылады.

The article deals with optimization of the main-physical-technical properties of polystyrene - a fundamentally new class of heat-insulating structural concrete, corresponding to the increased requirements of energy saving in the area of construction.

УДК 006.9

Ж. М. САГЫНДЫКОВА, А. Ж. КАСЕНОВ

ПРИБОР ИЗМЕРЕНИЯ КОНУСНОСТИ ОТВЕРСТИЯ

В работе описывается прибор определения конусности отверстия с высокой точностью, включающего определение отклонения от конусности, диаметра основания и расположения конуса по оси вала относительно близлежащего торца, уступа или канавки.

Отверстия геометрической формы обладают следующими погрешностями: овальность, огранка, бочкообразность, седлообразность, конусообразность.

овальность — отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овальнообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметры которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях;

огранка — отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру;

бочкообразность — отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие непрямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения;

седлообразность — отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие непрямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине сечения;

конусообразность (рисунок 1) — отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны.

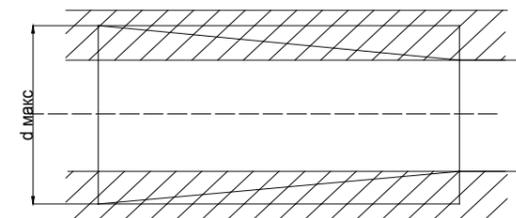


Рисунок 1 – Погрешности геометрической формы отверстий.
Конусообразность

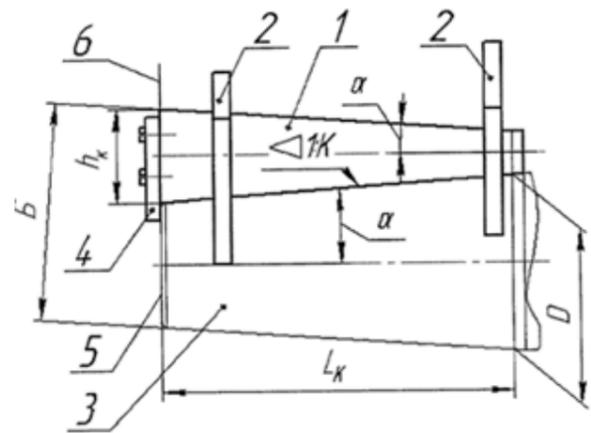


Рисунок 2 – Конус вала с установленным калибром

Прибор относится к машиностроению (рисунок 2) и используется для определения конусности на деталях.

Известен классический способ определения конусности на деталях, описанный в Справочнике по производственному контролю в машиностроении [2]. Он заключается в том, что конусность деталей определяется с помощью калибров - втулок на краску.

При контроле на краску наружных конических поверхностей длинных массивных валов, в частности валов компрессоров, использование калибра-втулки весьма затруднительно из-за его большой массы и заклинивания при контроле пологих конусов.

Технической задачей данного прибора является разработка простого и надежного способа определения конусности деталей с высокой точностью, преимущественно длинномерных массивных валов, включающего определение отклонения от конусности, диаметра основания и расположения конуса по оси вала относительно близлежащего торца, уступа или канавки [3].

Технический результат достигается тем, что в способе определения конусности деталей, включающем измерение геометрических параметров конуса, используют плоский калибр в виде клина с длиной, равной длине конуса, прикладывают калибр к конусной поверхности таким образом, чтобы он находился в меридиональной плоскости детали, меньшим торцом сопрягался с большим диаметром конуса, измеряют суммарную величину расстояния между нижней образующей конуса и верхней плоскостью калибра у торцов калибра 1. Зная расстояние от большего торца 6 калибра 1 до основной плоскости конуса детали, по измеренному общему размеру Б можно точно рассчитать этот диаметр по формуле

торцов калибра судят об отклонении от требуемой конусности детали и диаметре конуса в его основании.

При конусности контролируемой детали, равной конусности калибра, верхняя его поверхность будет параллельна нижней образующей конуса. Измеряя суммарную величину расстояния между нижней образующей конуса и верхней плоскостью калибра с помощью микрометра или другого средства измерения по концам калибра, определяют отклонение от конусности по разности измеренных величин.

Способ осуществляется с помощью контрольных устройств (рисунок 3).

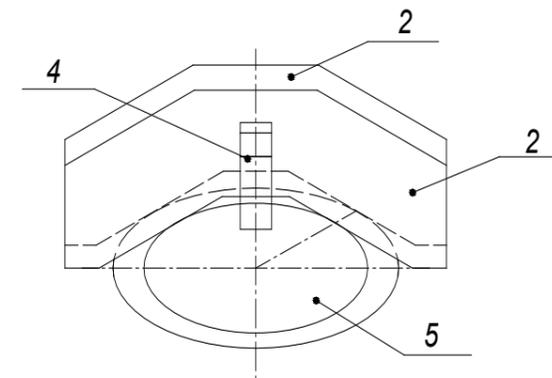


Рисунок 3 – Вид с торца вала

Контрольные устройства содержат плоский калибр 1 в виде клина с плоскими измерительными поверхностями, имеющими точную конусность контролируемой поверхности. Калибр устанавливается в пазы призматических стоек 2, которые обеспечивают его положение в меридиональной плоскости контролируемого конуса 3 вала. С помощью планки 4 калибр базируется за торец 5 вала, относительно которого задано расположение основания конуса. Отклонение от конусности определяется как разница размеров расстояния между нижней образующей конуса и верхней плоскостью калибра у торцов калибра 1. Зная расстояние от большего торца 6 калибра 1 до основной плоскости конуса детали, по измеренному общему размеру Б можно точно рассчитать этот диаметр по формуле

$$D = B / \cos \alpha - h_k + k * L_k \quad (1)$$

где D - диаметр конуса в его основании;

Б - измеряемый размер;

h_k - высота калибра у основания;

Lк - расстояние от большего торца калибра до плоскости основания конуса;

k - конусность калибра;

a - половина угла конуса.

Таким образом данный способ позволяет просто и надежно определить отклонение от требуемой конусности, диаметр основания и расположение конуса, в том числе для длинных массивных валов компрессоров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гулев, Я. Ф., Лебединский, П. К. Справочник. Основные показатели и измерители работы транспорта. – М. : Транспорт, 1980.

2 Справочнике по производственному контролю в машиностроении, под ред. д.т.н., проф. А.К.Кутая. - Л.: Машиностроение, 1974.

3 Патент России №2388993. – 2010.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

Ж. М. Сағындықова, А. Ж. Касенов

Ойықтың конустық аспаптармен өлшеу

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

Zh. M. Sagyndykova, A. Zh. Kassenov

Conical apertures measuring device

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Жұмыста ойықтың конустық анықтаманың аспабы биік дәлме-дәлділікпен бейнеленеді, конустықтан ауып кетудің анықтамасын қоса, диаметрдің тұп және конустың ось валы бойы шетке, кертпешке немесе ойысқа қатысты орналасуы.

The article describes the determination device of conicity with high precision of an opening, which includes determination of deviation, diameter of the basis and a cone arrangement on an axis concerning a shaft of the end face, a ledge or a flute.

УДК 2.04.3

К. В. САДОВАЯ, Т. Я. КАНЦЕДАЛОВА, С. Р. МАСАКБАЕВА

МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЯТИОКИСИ ВАНАДИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЛЛИЯ ИЗ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Статья содержит результаты исследований и эффективность переработки ванадиевого шлама из отходов алюминиевого производства.

При переработке бокситов по способу Байера галлий частично переходит в алюминатный раствор, в виде растворимых в щелочном растворе соединений. В результате многократного оборота щелочных растворов глиноземного производства происходит постепенное накапливание в них галлия до уровня, при котором возможна организация производства галлия в виде товарного продукта. В оборотном растворе в результате его многократной циркуляции в замкнутом производственном цикле происходит накопление не только галлия, но и таких примесей как соли ванадия, которые являются вредными примесями, так как снижают скорость восстановления галлия, повышают шламообразование и увеличивают расход алюминия, таким образом, оказывая негативное влияние на процесс цементации галлия.

В настоящее время на АО «Алюминий Казахстана» существует следующая технологическая схема получения черного галлия, при которой выделяемый ванадиевый шлам возвращают в гидрометаллургический цех, либо отправляют на шламовое поле. В галлиевом производстве используется оборотный смешанный раствор глиноземного производства после выделения из него оборотной соды и примесей, выпавших вместе с оборотной содой. Существующая технологическая схема производства черного галлия представлена на рисунке 1.

Оборотный раствор с концентрацией $Na_2O_{ky} = 220$ г/л, $Ga = 0,3$ г/л, $b_{ky} = 3$ упаривается в выпарных аппаратах с принудительной циркуляцией до концентрации $Na_2O_{ky} = 320 - 340$ г/л. При этом в растворе выкристаллизовываются сульфаты, хлориды и бикарбонаты натрия, которые отделяются в сгустителе. При этом слив сгустителя обогащается по галлию до 0,48 г/л, $Na_2O_{ky} = 330 - 350$ г/л, % соды = 7 %.

Сгущенная пульпа обогащается хлоридами до содержания Cl порядка 200 - 350 г/л, карбонатами до 20 % соды и содержит Na_2O_{ky}

250 – 280 г/л. Сгущенная пульпа используется при кристаллизации ХГК, а остальное направляется на участок выпарки на выделение соды.

Слив сгустителя поступает на вторую стадию упарки раствора, где упаривается в выпарном аппарате с принудительной циркуляцией до концентрации $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}} = 420$ г/л.

Упаренный на второй стадии раствор пересыщен по содержанию алюмината натрия, который при охлаждении выпадает в гидроалюминат натрия (ГАН). Кристаллизация ГАН производится в мешалках кристаллизаторах за счет охлаждения регистрами до температуры 90 – 95°C. Процесс кристаллизации улучшается за счет затравки ГАНа, в качестве затравки служит ГАН от предыдущей стадии охлаждения.

Полученная пульпа ГАНа направляется на фильтрацию. Фильтрация ГАН производится на вакуум – фильтрах БЛН – 20 или БОУ – 5. Концентрация концентрата фильтрата по $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}} = 410$ г/л, за счет выделения ГАНа объем фильтратов уменьшается и в нем увеличивается концентрация галлия.

Фильтрат ГАНа направляется на стадию выделения галлия в виде хлоргаллатного концентрата (ХГК) следующим образом. Фильтрат ГАН корректируют до 370 г/л $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}}$ водой и добавляют в качестве хлоридной затравки сгущенную пульпу первой стадии упарки, содержащую 200 – 350 г/л Cl. Количество хлоридной затравки подается из расчета соотношения $\text{Cl}_{\text{затравки}} / \text{Al}_2\text{O}_{3\text{фильтрата ГАН}} = 0,42 - 0,5$. Галлий, в силу сродства его с алюминием, кристаллизуется в составе хлорид – гидрогаллата натрия, совместно с хлорид – гидроалюминатом натрия, согласно общей формуле $\text{Na}_2\text{Me}(\text{OH})_4\text{Cl}$, где Me – алюминий или галлий. Кристаллизация идет при снижении температуры с 90°C до 42°C, время 10 часов.



Рисунок 1 – Существующая технологическая схема производства черного галлия

Выпавший ГАН отделяется от жидкой фазы на центрифугах, при этом в ГАН выделяется до 75 % галлия из раствора, с получением концентрата содержащего Ga 0,1 – 0,15%, V_2O_5 0,15 – 0,3 %, остальное Al_2O_3 , $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}}$, $\text{Na}_2\text{O}_{\text{кб}}$, сульфаты. Влажность промытого водой на центрифугах ГАНа 10 – 15 %.

Влажный кек смешивается с промводами с получением сырого богатого раствора содержащего от 0,7 до 0,9 г/л Ga и более 1 г/л V_2O_5 .

Сырой богатый раствор корректируется раствором каустика содержащего 450 – 500 г/л $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}}$ до $b_{\text{ку}} = 2,7 - 2,9$, $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}} = 180 - 200$ г/л. Содержание Ga в откорректированном растворе 0,5 – 0,65 г/л, Cl 75 – 85 г/л, V_2O_5 0,9 г/л, Fe_2O_3 0,15 г/л. Выход откорректированного раствора 0,115 м³/м³ слива содоотстойников.

Содержащиеся в откорректированном растворе V_2O_5 и Fe_2O_3 отрицательно влияют на процесс цементации галлия, снижая скорость восстановления галлия, повышая шламообразование и увеличивая расход алюминия. Поэтому откорректированный раствор проходит стадию кристаллизационной очистки от солей ванадия и очистки от соединений железа с помощью целлюлозы.

Кристаллизационная очистка раствора основана на том, что при снижении температуры раствора снижается растворимость солей ванадия. Кристаллизация ведется в каскадном режиме, в нитке мешалок

– кристаллизаторов с регистрами охлаждения раствора. Раствор перетекает из одного кристаллизатора в другой равномерно, в каждом кристаллизаторе поддерживается определенная температура раствора. За счет такого перепада температур процесс кристаллизации солей ванадия идет интенсивнее, остаточное содержание пятиоксида ванадия в жидкой фазе составляет – 0,12 – 0,17 г/дм³.

В откорректированный раствор подают целлюлозу в виде целлюлозной пульпы в количестве 2 – 3 г на 1 литр раствора, для очистки богатых растворов от оксида железа, в следствии сорбции соединений железа на целлюлозе.

Продолжительность кристаллизации составляет 24 – 30 часов, температура раствора в кристаллизаторах снижается с 70 до 18°С.

По окончании кристаллизации пульпу фильтруют на фильтрах ЛВАЖ – 125. В кеке фильтров содержится до 6 – 12 % V₂O₅, но изъять кек из фильтров ЛВАЖ – 125 с такой концентрацией не возможно, так как очистка фильтров данного типа производится путем промывки водой и в результате концентрация пятиоксида ванадия в промывках составляет примерно 0,1 %. Такая концентрация V₂O₅ не достаточно высока для дальнейшей экономически целесообразной переработки ванадиевого шлама. По этой причине ванадиевый шлам отправляют на шламовое поле.

Переработка ванадиевого шлама возможна при повышении содержания в нем пятиоксида ванадия до 30 г/л. Этого можно достичь путем модернизации узла совместной кристаллизации пятиоксида ванадия и выделения оксида железа, разделив данные процессы: кристаллизация оксида ванадия и последующая отдельная очистка фильтрата от оксида железа. Предлагаемая технологическая схема представлена на рисунке 2.

Описание предлагаемой технологической схемы узла кристаллизации V₂O₅. Кек центрифуг, промывки и крепкий каустик подают в мешалку приготовления откорректированного раствора, от куда насосом откачивают в мешалку откорректированного раствора с температурой 50° С. Далее раствор подают на кристаллизацию в кристаллизаторы, оснащенные мешалками. Первые три кристаллизатора соединены в батарею каскадно расположенных аппаратов и раствор из одного аппарата в другой осуществляется самотеком. Из третьего кристаллизатора в четвертый раствор подается насосом. А четвертый, пятый и шестой кристаллизаторы так же расположены каскадно. В последнем кристаллизаторе температура раствора составляет 18 – 20° С, концентрация V₂O₅ 0,2 г/л.

По окончании кристаллизации пульпу подают на фильтр – пресс периодического действия с рабочей поверхностью площадью 100 м². В фильтр – пресс так же подают воду. Полученный в результате фильтрации

осадок поступает в мешалку ванадиевого шлама, а фильтрат отправляют в мешалку очистки раствора от оксида железа, в нее поступает горячая вода и целлюлозная пульпа из мешалки приготовления целлюлозной пульпы. Происходит очистка раствора от соединений железа в результате их сорбции на целлюлозе, процесс проходит при температуре 70° С в течении 3 часов.

Далее раствор поступает на центрифугирование. Кек центрифуг содержащий V₂O₅ менее 0,2 г/л, Fe₂O₃ 0,015 г/л, Ga 0,6 г/л подается на фильтрацию. Фильтрация проводится в фильтрах ЛВАЖ – 125. Фильтрат поступает на цементацию галлия.

Полученный ванадиевый шлам промывается водой и сбрасывается. Концентрация ванадия в ванадиевом концентрате составляет 8 %, влажность 20 %. Полученный продукт может быть использован в данном виде в качестве легирующей добавки при производстве сталей, либо направлен на дальнейшую переработку с целью получения чистой пятиоксида ванадия.



Рисунок 2 – Технологическая схема производства черного галлия с модернизированным узлом кристаллизации солей ванадия

Предлагаемая технологическая схема несет не только положительный экономический эффект, но так же оказывает благоприятное воздействие на

охрану окружающей среды, так как не смотря на то, что ванадиевый шлак выбрасываемый на шламовые поля сам по себе не несет экологической опасности, со временем он засыхает и начинает пылить, а ванадиевые пыли являются крайне опасным веществом при вдыхании вызывают раздражение дыхательной системы, при долгом контакте вызывают патологические изменения в организме, могут отражаться на здоровье будущих детей, тормозят синтез жирных кислот, подавляют образование холестерина.

Таким образом при переработке ванадиевого шлама воздействие вышеперечисленных вредностей на окружающую среду исключается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Герзон, В. М. http://catalog.sfu-kras.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=BOOK1&P21DBN=BOOK1&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M&S21STR= Управление Редкие и благородные металлы / В. М. Герзон, А. П. Мамет, Е. Б. Юрчевский. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.

2 Гончаренко, А. С. Электрохимия ванадия и его соединений / А. С. Гончаренко. – М. : Металлургия, 1969. – 169 с.

3 Абрамов, В. Я. Физико-химические основы комплексной переработки алюминиевого сырья / В. Я. Абрамов, И. В. Николаев. – М.: Металлургия, 1985. – 288 с.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

K. V. Sadovaya, T. Ya. Kantsedalova, S. R. Masakbaeva

Алюминий өндірісінің қалдықтарынан галлий өндіру кезіндегі ванадий бестотығын кристалдау торабын жетілдіру

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

K. V. Sadovaya, T. Ya. Kantsedalova, S. R. Masakbaeva

Modernization of a vanadium pentoxide crystallization unit in the production of gallium from aluminum production waste

Pavlodar State University after S. Toraiyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Мақалада алюминий өндірісіндегі қалдықтардан ванадий шламын қайта өңдеу тиімділігі және зерттеу нәтижесі көрсетілген.

The article contains the results of research and efficiency of processing vanadium sludge from aluminum production waste.

УДК 62.07.5

А. С. САКАНОВА, А. Т. КАНАЕВ

**ОСНОВНЫЕ КРИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА СТАЛЬНЫХ
ТРУБ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ
ГАЗО - И НЕФТЕПРОВОДОВ**

В статье представлены результаты исследований критических факторов качества стальных труб в зависимости от технологии трубопрокатного производства.

Известно, к критическим факторам металлургического качества стальных труб с учетом интересов потребителей относятся свариваемость, прокаливаемость, хладостойкость и несклонность к старению.

На трубопрокатных заводах трубы сворачивают из толстого листа (рулона) вдоль или спиралью и сваривают. Длину отгружаемой трубы ограничивает длина вагона, далее они свариваются на месте, причем при любой погоде, нередко при отрицательных температурах. Отсюда следует, чем меньше швов в трубе, тем меньше риска в ее эксплуатации.

Исходя из указанных критических факторов, к металлургическому качеству (ликвации, S, P, N и содержанию других примесей) сталей, предназначенных для магистральных газопроводов, предъявляются особо жесткие требования.

Одним из таких жестких требований к стальным трубам является свариваемость – возможность получать сварной шов без трещин, который по прочности и вязкости не хуже основного металла.

С точки зрения металлургии дуговая, контактная, точечная электросварки заключаются в расплавлении и быстрой кристаллизации стали, что равносильно закалке из жидкого состояния. Неравное тепловое расширение зоны сварки создает высокие сварочные напряжения в шве и около него как во время кристаллизации, так и после охлаждения.

Термические напряжения в ходе сварки вызывают в шве горячие трещины и риск их появления тем вероятнее, чем шире интервал кристаллизации, т.е. чем больше в стали углерода. Критерий риска горячих трещин определяется выражением:

$$HCS = 330[C] \cdot \{[S] + [P] + [Si]\} / 25[Mn] \quad (1)$$

Для углеродистых сталей нет риска при $HCS < 4$. Риск растет пропорционально росту суммы содержаний серы и фосфора.

В быстро остывающем шве, а также нагревавшейся вплоть до температуры плавления околошовной зоне может появиться хрупкая структурная составляющая - мартенсит. В такой охрупченной зоне сварочные напряжения вызывают появление холодных трещин. Чем больше углерода в стали, тем хрупче мартенсит. Поэтому чем больше углерода, тем хуже свариваемость. Одним из важнейших технологических показателей свариваемости является углеродный эквивалент, который по ГОСТ 27772-88 вычисляется по химическому составу:

$$C_{эkv} = C + Mn / 6 + Si / 24 + Cr / 5 + Ni / 40 + Cu / 13 + V / 14 + P / 2 \quad (2)$$

Для качественной сварки стальных магистральных трубопроводов углеродный эквивалент нормирован на уровне $C_{эkv} \leq 0,37 \%$.

Особые требования предъявляются к стальным трубам для перекачки (от скважины до газоочистительного завода) газа, содержащего сероводород, а также сернистой нефти. Порог сероводородного растрескивания не ниже $0,8u_m$ получали при содержании $S < 0,002 \%$, $P < 0,005 \%$ [1].

В трубах стандартного диаметра 1420 мм давление составляет 75 ат. При таком давлении потенциальная энергия сжатого газа эквивалентна нескольким килограммам тротила на метр длины трубы. При малейшей течи в трубе энергия высвобождается взрывом: трещина бежит со скоростью более 500 м/с «распаривая» газопровод на целые километры. Отсюда набор жестких требований к ударной вязкости стальных труб. На стандартных образцах сечением 10 x 10 мм нормативные документы устанавливают значение $KCV \geq 0,80$ МДж/м² при температуре эксплуатации и $KCV \geq 0,50$ МДж/м² при температуре строительства.

Следует отметить, что требования к вязкости для стальных магистральных газопроводов гораздо жестче, чем для толстого листа, используемого в строительстве и судостроении. Так, в стали типа 08Г2Б,

содержащей $S=0,004\%$ после контролируемой прокатки ударная вязкость $KCE = 120$ Дж., а в почти такой же стали 07Г2ФБ, но содержащей $S = 0,002\%$ значение показателей вязкости вдвое больше ($KCE = 220$ Дж.), а при $S = 0,001\%$ вязкость составляет 270 Дж. При этом во всех случаях предел текучести σ_t одинаков и составляет 490 МПа.

Кроме того, в международных стандартах существует испытание падающим грузом (*Drop Weight Tear Test, DWTT*) при различных температурах. Широкий (75 мм) натуральный образец, т.е. на всю толщину листа, надрезают с одного ребра. После удара по другому ребру в полученном изломе длиной 75 мм измеряют долю площади, где разрушение вязкое: $DWTT^{40} = 80 \%$. Такие испытания *DWTT* при ударе натурального образца лучше всего согласуются с результатами пневматических испытаний на взрыв трубы газом.

Опасным является охрупчивание стали по причине старения околошовной зоны сварки магистральных труб, где металл, как отмечалось выше, нагревался до температуры плавления и быстро остывал. При этом феррит может растворить предельное (по диаграмме состояния Fe-Fe₃C) количество углерода (0,025% при температуре 723 °C) и сохранить его при охлаждении, что ведет к термическому старению и охрупчиванию стали.

Чтобы предотвратить старение, необходимо, чтобы углерод и азот были либо совсем удалены из стали, либо связаны в нерастворимых соединениях – карбидах и нитридах. На практике азот и углерод связывают микролегированием – введением в сталь металла, образующего прочное соединение, обычно – V, Al.

Причина, по которым требуется заданная прокаливаемость, заключается в том, что такое технологическое свойство как прокаливаемость гарантирует нужную структуру в необходимом сечении, следовательно, и соответствующие однородные механические свойства - прочность и вязкость. Для этого имеется надежный и вместе с тем трудно осуществляемый способ - сужение допусков на химический состав (селект-марки), особенно по углероду. Так, в легированной стали, поставляемой по ГОСТ 4543-91 разбег составляет 0,06 – 0,08 %. Прокаливаемость стали возрастает по мере роста содержания углерода и легирующих элементов. Отсюда следует, что условия хорошей свариваемости стали обычно противоречат требованиям прокаливаемости.

Не менее важным фактором, определяющим экспериментальную надежность магистральных газопроводов, является их склонность к хрупким разрушениям, наиболее часто характеризуемая температурой перехода из вязкого в хрупкое состояние, так называемый порог хладноломкости. Этот фактор определяет не только надежность

газопровода при эксплуатации в условиях отрицательных климатических температур, но он также показывает запас вязкости конструкции, работающей при комнатной и близкой к ней температурах.

В таблицах 1 и 2 приведены для сравнения требования к металлургическому качеству труб для магистральных газо и нефтепроводов по ГОСТ 8731, ГОСТ 8732, ГОСТ 10706 и ГОСТ 52079 и аналогичных международных стандартов серии ИСО 3183.

Наряду с технологическими факторами выплавки, разливки и прокатки стали важнейшим фактором, характеризующим металлургическое качество стали, являются неметаллические включения. Относительно высокий уровень содержания S, P и других вредных примесей существенно влияют на качество и свойства стальных труб, их эксплуатационные характеристики в зависимости от их природы, количества, формы, размера и характера распределения. Сера сильно изменяет вязкость стали и ее анизотропию в направлениях вдоль и поперек прокатки. Вредное действие фосфора на свойства стальных труб усугубляется из-за сильной склонности его с ликвации.

Таблица 1 - Требования к металлургическому качеству стальных труб для магистральных газо и нефтепроводов по ГОСТ 8731, ГОСТ 8732, ГОСТ 10706 и ГОСТ 52079

Требования к металлургическому качеству стали	Соответствуют металлургическим технологиям 70-80 годов прошлого века. Относительно высокий уровень содержания S, P и других вредных примесей. Существенное отличие требований в многочисленных ТУ на трубы для газовой и нефтяной промышленности.
Способ достижения повышенной прочности	Без определенных требований, за исключением sT/sB, противоречащего современным эффективным методам упрочнения
Специальные свойства сталей	Не предусмотрена поставка стальных труб, стойких к кислым средам.

Таблица 2 - Требования к стальным трубам для магистральных газо и нефтепроводов в международных стандартах серии ИСО 3183

Требования к металлургическому качеству стали	Отражает развитие современных металлургических технологий. Жесткие требования по содержанию S, P и других вредных примесей для хладкостойких сталей и «кислых» сред. Применение только кислородно-конверторной или электропечной стали для кислых сред, морского применения и др.
---	---

Способ достижения повышенной прочности	Детерминация требований по составу и способам обработки для различного применения и групп прочности.
Специальные свойства сталей	Предусмотрены все современные тесты для металла и сварных соединений, включая ВР, СКРН, СР и др.

В 2004 году в Казахстане были приняты разработанные на основе ISO 3183 государственные стандарты:

1. СТ РК ИСО 3183- 1- 2004 «Трубы стальные для трубопроводов. Технические условия. Часть 1. Требования к трубам класса А», идентичный международному стандарту ISO 3183-1- 1996.

2. СТ РК ИСО 3183-2-2004 «Трубы стальные для трубопроводов. Технические условия. Часть 2. Требования к трубам класса В», идентичный международному стандарту ISO 3183-2- 1996.

3. СТ РК ИСО 3183-3-2004 «Трубы стальные для трубопроводов. Технические условия. Часть 3. Требования к трубам класса С», идентичный международному стандарту ISO 3183-3- 1996.

Позже были внесены изменения в эти стандарты, а затем в 2007 году они были объединены в один стандарт, что требует рассмотрения новых требований стандарта к металлургическому качеству стальных труб для магистральных газо и нефтепроводов.

Как известно, с начала июля 2010 года на территориях республики Беларусь, Российской Федерации и Республики Казахстан начал действовать Таможенный союз. Учитывая тот факт, что Российскими металлургическими заводами в Казахстан импортируется большое количество и различные по сортаменту стальные трубы, важно знать требования к металлургическому качеству, заложенные в национальных стандартах Российской Федерации, их необходимо рассмотреть и адаптировать к нашим условиям.

Для выполнения требований международных стандартов, в частности, повышения прочности и пластичности стальных труб, разработан метод деформационно-термической обработки, совмещающий пластическую деформацию с последующей упрочняющей термической обработкой [2,3]. В результате такой обработки предел текучести низкоуглеродистой стали повышается с 300 МПа до 600 МПа. В таблице 3 приведены механические свойства стальных труб для магистральных нефте и газопроводов после термической обработки по режиму: температура нагрева под закалку труб из стали 17Г2АФ – 895-925 °С, из стали 17Г1С – 900-940 °С. Охлаждение в интервале температур 800-400 °С в спрейере с интенсивностью 45 °С/с. Температура отпуска труб из стали 17Г2АФ – 700-730 °С, из стали 17Г1С – 630-645 °С.

Таблица 3 - Механические свойства стальных труб для магистральных газопроводов

Марка стали	Размер труб D x t, мм	Основной металл					Сварное соединение	
		σ_b , МПа	σ_T	δ_5 , %	Ψ , %	RCU ⁻⁵⁰ , МДж/м ²	σ_b , МПа	RCU ⁻⁵⁰ , МДж/м ²
17Г1С	1020x9	666-804	411-725	10,0-30,0	31,0-68,0	0,27 – 0,72	588-784	0,39-0,83
17Г2Ф	1020x9	627-931	392-647	14,0-31,0	30,0-64,0	0,24-0,83	608-833	0,41-0,88

Для сварных швов труб большого диаметра разработаны также режимы локальной деформационно-термической обработки, обеспечивающие равнопрочность основного металла и сварного соединения. Технология локальной деформационно-термической обработки предусматривает нагрев сварного соединения до 950 -1060 °С, деформацию шва на 20 % до толщины стенки трубы из основного металла, закалку с определенной скоростью и отпуск при температурах 650-700 °С с кратковременной выдержкой около 5 мин. Кроме обеспечения равнопрочности основного металла и сварного соединения, локальная деформационно-термическая обработка позволяет снизить критическую температуру хрупкости металла шва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дурнев, В. Д., Сапунов, С. В., Федюкин, В. К. Экспертиза и управление качеством промышленных материалов. – СПб. : Питер, 2000. – 254 с.
- 2 Башнин, Ю. А., Ушаков, Б. К., Секей, А. Г. Технология термической обработки. – М. : Металлургия, 1986. – 424 с.
- 3 Канаев, А. Т. Повышение качества сортового проката совмещенной деформационно-термической обработкой. – Астана. : «Арман-ТВ», 2009. – 180 с.

Казахский агротехнический университет
имени С. Сейфуллина, г. Астана.
Материал поступил в редакцию 12.09.2012.

A. S. Sakanova, A. T. Kanaev

Магистральды газ-мұнай құбырлары үшін болат құбырының металлургиялық сапасының критикалық фактор негізі

С. Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ.
Материал 12.09.12 баспаға түсті.

A. S. Sakanova, A. T. Kanaev

The key critical factors of metallurgical quality of steel pipes for main gas and oil pipelines

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University.
Material received on 12.09.12.

Бұл мақалада болаттық құбырларды жасау өндірістің технологиясына байланысты шекті факторларының зерттеу нәтижелері көрсетілген.

The article presents the results of studies of critical factors of quality of steel pipes depending on technology of rolling production

УДК 64.024.5

Л. С. САТЫБАЛДИНА

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК, ФОТОГРАММЕТРИИ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

В настоящей статье автор дает анализ особенностей и преимуществ применения современных методов аэрофото и -космической съемок, фотограмметрической обработки данных и цифрового моделирования земной поверхности.

Современные методы и технологии аэрофото и -космической съемок, фотограмметрической обработки снимков для создания цифровых топографических карт и планов, применения наземной фотограмметрии и перспективной съемки местности при решении задач архитектуры, строительства, также новые технологии и инновации 3D-моделирования активно развиваются и совершенствуются, имеют огромные перспективы во внедрении в производство.

На сегодняшний день дистанционное зондирование Земли обеспечивают множество космических съёмочных систем как

GeoEye, WorldView, QuickBird, EROS, IKONOS, KOMPSAT, Cartosat, ALOS/PRISM, SPOT, RapidEye, Terra/ASTER и др.

Также быстро развиваются технологии цифровой аэрофотосъемки, фотограмметрической обработки снимков и наземной фотограмметрии. Каждый из этих методов имеют свои преимущества, особенности и назначение.

Космическая съемка отличается масштабностью и позволяет снимать любые районы Земли, не требуя при этом согласования с местными органами власти. Такой метод дистанционного зондирования Земли зависит от облачности, однако может выполняться непрерывно, накапливая архив снимков, тем самым удобен для мониторинга территорий.

Аэрофотосъемка же остается самым востребованным и эффективным методом. Произвольная форма залета позволяет получить результат максимально соответствующий задачам и специфике каждого отдельного объекта. Точностные и экономические характеристики также определяют преимущество аэрофотосъемки с высоким достижимым пространственным разрешением в соотношении цены и качества.

Кроме того, предполагается что получение ортофотопланов методом аэрофотосъемки производительнее и оперативнее чем по материалам космической съемки. Так как сроки выполнения аэрофотосъемки зависят от национального законодательства, регламентирующего летно-съемочную деятельность и взаимодействия двух заинтересованных сторон – заказчика и исполнителя. Производительность же зависит от внутренних факторов: особенности аппаратных средств, технического и программного обеспечения летно-съемочных, полевых работ и фотограмметрической обработки.

Сроки получения ортофотопланов по материалам космических снимков зависят от приоритетов и очередности заказа у спутникового оператора, также условий поставки и обработки материалов. Таким образом появляется третья сторона взаимоотношений – спутниковый оператор [4].

На сегодняшний день один из передовых производителей современных аэрофотосъемочных сенсоров - компания «Geospatial Solutions» (объединившая *Z/I Imagine (Россия)* и *Leica Geosystems (Швейцария)*) представляет такие новинки аэрофотосъемочных комплексов, как **Z/I с новым поколением сенсоров DMC II и ADS-100**. Технические характеристики данных продуктов позволяют достичь высокой производительности аэрофотосъемочных работ, также облегчить процесс обработки снимков по принципу «обработка со скоростью полета».

Компания **VisionMap** также представляет революционную цифровую картографическую систему, которая состоит из цифровой аэрокамеры АЗ

и наземной системы автоматической обработки LightSpeed. Компанией разработана система вращающихся телескопов, позволяющих проводить съёмку больших территорий с высоким наземным разрешением.

Новое направление в аэрофотогеодезии и фотограмметрии – это применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). К наиболее перспективным можно отнести Швейцарский БПЛА SwissDrones Waran TC-1235. Его параметры: вес без камеры 35 кг, установка с камерой 5-20 кг, максимальное время работы 4 часа, максимальная скорость 100 км/час) [5].

В этом случае значительно хороший результат можно получить с использованием среднеформатной камеры Leica RCD30, которую также эффективно применяют вместе с лазерным сканером.

Также эффективно применяются БПЛА «Птеро». Его параметры: вес 20кг, скорость 100км/час, максимальное время полета 8 часов. В такие типы БПЛА устанавливаются обычные цифровые камеры.

Аэрофотосъемочные работы с БПЛА применяются при дистанционной диагностике инженерных объектов, создании топографических планов, цифровых фотопланов, построении трехмерных моделей местности, удобен при поисковых, аварийно-восстановительных работах, контроле охраняемых зон магистральных газо- и нефтепроводов.

Касательно лазерного сканирования, то технология выполнения работ заключается в получении точек (широта/долгота/высота) земной поверхности, которые записываются в систему сканера на самолете и наземную базовую станцию (DGPS). К новым технологиям в этой области относится серия сканеров ALS70, где выход лазера разделяется на два луча. Таким образом, удваивается эффективная частота импульсов и скорость сканирования. Высокая плотность получаемого облака точек позволяет получить данные даже низкоотражающих (провода в линиях электропередач, асфальт и т.д.) и интенсивных (леса, растительность) объектов независимо от сезона и времени суток.

Программные комплексы «INPHO», «PHOTOMOD», «Геоматика-Pro» наиболее полно соответствуют задачам обработки материалов аэрофотосъемки, космической съемки, воздушного лазерного сканирования и съемки, полученной с БПЛА. Компания «INPHO» является первым разработчиком программ для создания цифровых моделей местности еще в прошлом веке и лидером в фотограмметрической обработке и цифровом моделировании поверхности.

В инженерных изысканиях, проектировании, реконструкции, определении деформации сложных инженерных объектов и промышленных

предприятий применяется наземное лазерное сканирование. Современные наземные лазерные сканеры разделяют на:

- импульсные - скорость измерений до 125000 точек/сек, вертикальное и горизонтальное наведение лазера, плотность точек 1мм, дальность измерения 600 м и более.

- фазовые – скорость измерений свыше 1млн. точек/сек, вертикальное и горизонтальное наведение лазера, плотность точек 1мм, дальность измерения до 187 м. [6].

Такой метод дает возможность получить трехмерную информацию в режиме реального времени, выполнить чертежи и модели, рассчитать объемы работ с высокой точностью и степенью автоматизации.

Сегодня во всем мире достаточно много инноваций в сфере геодезической и картографической деятельности: технологии 3D, голографические карты, стереокарты, применение роботизированной техники и др. К примеру, компания Zebra Imaging производит голографические 3D-карты местности. Они изготавливаются на специальной пленке с применением лазеров, специальной оптики и технологии, тем самым позволяют получить стереоизображение с естественной цветопередачей, которую можно смотреть невооруженным глазом.

Выводы. Современные тенденции в развитии цифровых систем и технологий в геодезии и картографии направлены на расширение круга решаемых задач и получение максимально обрабатываемых исходных данных путем интеграции фотограмметрических, картографических функций глобальных навигационных спутниковых систем и ГИС.

Перспективное развитие современных методов и технологий аэрофотосъемки, космической съемки, фотограмметрии и 3D-моделирования нацелено на уменьшение и исключение полевых работ, в том числе дешифрирование изображений, т.е. переход от автоматизированных к автоматическим методам обработки в геодезии и картографии.

Поэтому требованием нашего времени является постоянное совершенствование применяемых технологий и внедрение в производство аэросъемочных, геодезических и картографических работ новых достижений разработчиков передовых технологий и программных решений в мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Малинников, В. А., Стеценко, А. Ф., Алтынов, А. Е., Попов, С. М.,** Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами. /учебное издание / В.А. Малинников, А.Ф. Стеценко, А.Е. Алтынов, С.М. Попов. - М.: МИИГАиК, 2009. -140 с.: - ISBN 978-5-91188-015-6.

2 **Комиссаров, А. В., Середович, А. В., Середович, В. А., Дементьева О.А.,** Применение наземного лазерного сканирования для планирования зон перспективного строительства. // Геодезия и картография. 2009. Вып. 10. с. 13-16.

3. **Пация А.М.,** Данные дистанционного зондирования Земли – основа ГИС нефтегазовых предприятий. // Геоматика. 2011. Вып. 1. с.52-54.

4. ООО «Научно-производственное аэрогеодезическое предприятие «Меридиан+»: Официальный сайт. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.agpmeridian.ru/>.

5. Компания «Leica Geosystems»: Официальный сайт. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.leica-geosystems.ru/>.

6. Компания «Нева Технолоджи»: Официальный сайт. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nevatec.ru/>.

Евразийский национальный университет
имени Л.Н. Гумилева, г. Астана.
Материал поступил в редакцию 16.09.2012.

Л. С. Сатыбалдина

Аэроғарыштық түсірілім, фотограмметрия және 3d-модельдеудің қазіргі заманғы тәсілдері мен технологиялары

Л.Н. Гумилев атындағы
Еуразия Ұлттық университеті, Астана қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

L. Satybalдина

Modern methods and technologies of aerospace survey, photogrammetry and 3d-modeling

Eurazia Nazional University after L.N. Gumilev, Astana.
Material received on 20.09.12.

Бұл мақалада автор жер бетінің аэрофото және – ғарыштық түсірілімі, деректердің фотограмметриялық өңделуі және цифрлы модельдеудің қазіргі заманғы тәсілдерін қолдану ерекшеліктері мен артықшылықтарын талдайды.

In the given article the author analyzes the features and advantages of the use of modern methods of aerial and – space survey, photogrammetric data processing and digital modeling of the earth's surface.

Н. С. СЕМБАЕВ, Г. Б. УАХАНОВА

**ИЛЕМДЕУ ОРНАҚТАРЫНЫҢ ДАМУ
ПЕСПЕКТИВАЛАРЫ МЕН ПРОБЛЕМАЛАРЫ.
ӨНІМНІҢ САПАСЫН ЖОҒАРЛАТУ ЖОЛДАРЫ**

Осы жұмыста бұйымның сапасын жоғарлату жолдары мен илемдеу орнағының жаңа технологиясы ұсынылған.

Соңғы кездері машина жасау және металлургия өндірісіндегі тұтынушылардың талаптарын толық қанағаттандырып, жоғары экономикалық тиімділік беретін, пайдалау қасиеті мен жоғары техника-экономикалық көрсеткіштері бар, яғни, сапалы өнім алу тек жаңа технология мен жабдықтарды құрастыру арқылы алу мүмкін. Осыған байланысты, құбыр сапасын жоғарылатуға бағытталған дәстүрлі технологиялық үрдістерді дамыту және мейлінше жаңа үрдістер мен илемдеу жабдықтарын құрастыру үлкен мәселе болып табылады.

Қазіргі қалыптасқан нарықтық қатынастар кезеңінде жоғары сапа факторын өндірілетін әртүрлі салада қолданылатын металл және металл емес өнімдерді бәсекелестікке қабілетті нақты шаралар деп қарастыру керек. Сонымен қатар, мұндай көзқарас өндірістік өнеркәсіптердің кез келген меншік түрінің нарықтағы орнын анықтайды.

Өнім сапасын жоғарылату, өндіріс шығынын азайту және әлемдік нарықта бәсекелестікке қабілетті болу жаңа технология мен жабдықтарды жобалауды талап етіп оның жандандыратыны хақ. Сондықтан, ғылыми зерттеулерде, технологиялық жобаларда, өндіріс барысында және пайдалану барысында бақыланатын өнім сапасы талаптарға сай келетін қасиеттер жиынтығы ретінде ұдайы күн тәртібінен түспейтін мәселе болып табылады.

Негізінен сапа көрсеткішінің бір түрін анықтау үшін қолданылатын себепшарттар бір-біріне тәуелді емес. Сондықтан, қажетті дәлдік классының көрсеткіштері сапа көрсеткіштерінің басқаларына кепілдік бермейді. Осыған орай, соңғы кездері көптеген өндіріс саласында қалыптасқандай, металдарды қысыммен өңдеу (МҚӨ) механикасы аппараттарын пайдаланып, пішінін өзгертіп алған металдан жасалған бұйымдардың сапасын басқару мүмкін емес. Илемдеу өндірісіндегі осы тектес проблемелар өнім көлемі ұлғайған сайын кең етек алуға. Материалдық қорларды тиімді пайдалануда негізді жаңа тәсілдерге қол

жеткізуге болады, атап айтқанда табақ материалдарының сапасын көтеру және жан-жақты пайдалану.

ТМД елдері орнақтарының параметрлері заманға сай орнақтар деңгейіне сәйкес келеді және жұқа табақтардың өндірісін дәстүрлі дамыту мүмкіндіктерін толығымен жойған [6]. Әлем бойынша осындай жоғары сапалы табақтарды анағұрлым арзан әдістермен өндіруге мүмкіндік беретін басқа да шешімдер қарастырылуда. Ыстықтай илемделген табақ өндірісі үшін шағын зауыттардың құрылысын салу дамып келе жатыр.

Көп жағдайда үлкен қимасы бар дайындаманы қолдану арқылы қол жеткізілетін кермелеу коэффициентін арттыру жолымен илем сапасын арттыруға болады. Бірақ, бұл үздіксіз құйылған дайындамадан алынған пішінді өндіру технологиясының бірқатар елеулі кемшіліктері бар, бұл кемшіліктер оны өндірісте пайдалануға мүмкіндік бермейді. Мұндай кемшіліктерге мыналар жатады [7]: көлемі 600×430мм астам қимасы бар дайындаманы құйып алу кезінде дайындаманы үздіксіз құю машинасының (ДҮҚМ) көлемі мен құнының бірден артуы; қолданыстағы әдістемелік пештерде қалыңдығы 430мм асатын дайындамаларды қыздырудың қиындығы; басқа қапастарға қарағанда, жаншу қапасында дайындаманы ұзақ уақыт бойы илемдеу салдарынан орнақтың өнімділігінің төмендеуі.

Илемдеу орнағын жоғарғы қима дайындамасын әзірлеу жұмысына көшіру қосымша қапастарды орнату үшін қосымша өндіріс аумақтарын қажет етеді.

Осы мәселені шешудің бір нұсқасы ретінде, дайындаманы үздіксіз құю машинасын илемдеу орнақтарымен тікелей қатар қолдану кезінде байланыстырушы ретінде қатты жаншитын агрегаттарды қолдануды қарастырған жөн [7]. Бұл агрегаттардың көлемі шағын әрі бірқатар илемдеуші қапастардың орнын ауыстырады. Мұндай кешендерді құру өндірістік аумақтарды қысқартуға, күрделі және пайдалану шығындарын азайтуға, металдың, қуаттың шығынын едәуір төмендетуге, еңбектің өнімділігі мен өнімнің сапасын арттыруға мүмкіндік береді. Осылайша, қазіргі кезде салыстырмалы түрде шағын қаражат салымын қажет ететін және қайта жасау шығындарын төмендетуге мүмкіндік беретін жаңа қатты жаншу агрегаттары жасалып жатыр.

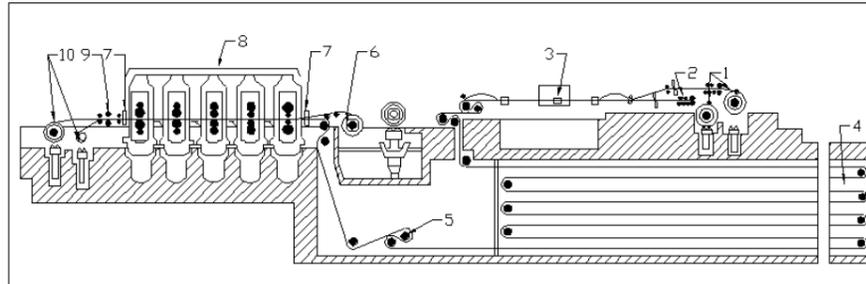
Екінші, азды-көпті келешегі бар нұсқа, ол құйма-илем модулінің құрамында пішіні мен өлшемі жағынан дайын бұйымға жақын, үздіксіз құйылған дайындамаларды алуға мүмкіндік беретін жаңа ДҮҚМ-ды, сондай-ақ аз қуат жұмсап жұқа табақ илемін илемдеуге мүмкіндік беретін жаңа орнақтарды қолдану болып табылады. Осыған байланысты құйма-илем модулінің жабдығының құрылымын, құрамын негіздеу және қаражат шығынын төмендету, қорды үнемдейтін аз шығынды технологияны өндіру,

илем сапасын арттыру мақсатында үздіксіз құйылған дайындаманың тиімді қимасын таңдап алу айқырша маңызды.

Қолданыстағы технология бойынша табақты болаттарды өндіру және жұқа слябты табақты илемдеу кезіндегі нәтижелерді салыстыру барысында әдеттегі қалыңдықтағы слябтарды илемдеуге қарағанда, жұқа слябтарды илемдеу кезінде түйіршіктің көлемі әлдеқайда кіші болатындығы белгілі болды. Илемдеу кезінде дайындаманы шығару температурасының төмендеуімен байланыстырылған аса ұсақ түйіршікті құрылым соңғы өнімде де сақталады, осының арқасында уақытша кедергілердің аққыштық шегінің тұрақты көрсеткіштеріне қол жеткізіледі. Тек жұқа слябта ғана, шағын бастапқы қалыңдығының арқасында, шығару температурасы төмен болады, оның көмегімен илемдеу кезінде қалың табақтың ең жақсы илемділік қасиеттеріне қол жеткізуге болады.

Осылайша, жұқа слябты технология шағын энергиякүштік параметрлері бар орнақтарда илемдеумен үйлесе отырып, қаражат шығындары мен қайта жасау шығындарын төмендетуге, сонымен бірге, дайын өнім материалының қасиетін жақсартуға мүмкіндік береді.

Алынатын табақтардың өнімділігі мен сапасын арттыру, сондай-ақ энергиякүштік параметрлерін төмендету мақсатында біз болаттан және қорытпалардан алынған жұқа жолақтарды илемдеуге арналған жаңа құрылымды орнақты ұсынып отырмыз.



Сурет 1 – Жұқа жолақтарды илемдеуге арналған үздіксіз орнақтың жалпы түрі

Болаттан және қорытпалардан алынған жолақтарды илемдеуге арналған жаңа үздіксіз орнақтың құрамына мынандай жабдықтар кіреді: жұмыс қапастары, әмбебап айналдырық, электрқозғалтқыштар, тістегерішті қапастар, конусты тістегеріштері бар бәсеңдеткіш, қозғалтқышты жалғастырғыш, түбір жалғастырғыш, айналдырғышты серіпшелі теңгеретін құрылғылар, жетегі жоқ тіреуші пішінбіліктер, жетегі

бар жұмысшы пішінбіліктер, тұғыр, тіреуіш тақта, тұғырды бекітетін бұрандамалар (1 сурет).

Сонымен бірге, айнымалы тоқпен жұмыс істейтін бір қозғалтқыштан жетек алатын қапастарда тұрақты диаметрлері бар жұмыс және тіреуіш пішінбіліктер орнатылған. Бұл жерде, кезектесіп орналасқан қапастардағы жұмыс пішінбіліктерінің диаметрі илемдеу бағытына қарай кішірейіп, ал тіреуіш пішінбіліктердің диаметрі ұлғаятындығын атап өту қажет. Сәйкесті қапастағы жұмыс және тіреуіш пішінбіліктердің диаметрлері мынандай формуламен анықталады:

$$D_i = \frac{F_1 \cdot D_{p1} \cdot n_1}{F_i \cdot n_i}; D_j = \frac{F_1 \cdot D_{p1} \cdot n_1}{F_j \cdot n_j}, \quad (i=1, 2, \dots, N, j=N, \dots, 2, 1), \quad (1)$$

мұндағы F_i – тиісті қапаста илемделіп жатқан жолақтың көлденең қимасының ауданы; n – пішінбіліктердің айналу жылдамдығы; N – қапастың реттік нөмірі

Болаттан және қорытпалардан жасалған жолақтарды үздіксіз орнақта илемдеу мынадай әдіспен жүзеге асырылады. Жұқа слябтар қыздыру үшін пешке келіп түседі, содан кейін рольгангпен ұсынылып отырған орнақтың бірінші қапасына жіберіледі. Жұқа сляб илемдеу бағытына қарай бірінші кейін бірі орналасқан қапастар арқылы жылжыған кезде жолақтың биіктігі төмендеп, талап етілетін қалыңдыққа дейін жетеді.

Осылайша, ұсынып отырған жолақтарды үздіксіз илемдеуге арналған орнақта алынатын жолақтың сапасын жоғарлатуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Целиков, А. И., Зюзин, В. И. Современное развитие прокатных станов – М. : Металлургия, 1987. – 399с.
- 2 Леванов, А. Н., Колмогоров, В. Л., Буркин, В. Л. и др. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением. – М. : Металлургия, 1976. – 416 с.
- 3 Соколов, Л. Д., Гребеник, В. М., Тынин, М. А. Исследование прокатного оборудования М. : Металлургия, 1964 – 488 с.

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ. Материал 20.09.12 баспаға түсті.

Н. С. Сембаев, Г. Б. Уаханова

Перспективы и проблемы развития вставки прокатки. Методы повышения качества продукта.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

N. S. Sembayev, G. B. Uakhanova

Problems and prospects of the rolling mills' development. Methods of improving the quality of products

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

В данной статье рассматривается вопрос о проблемах повышения качества и новых технологий изделий прокатных станов.

This article discusses the problems of quality improvement and the new technologies of rolling mills products.

ӘОЖ 84.07.4

Н. С. СЕМБАЕВ, Г. Б. УАХАНОВА

ЦИЛИНДРЛІ ПІШІНДІ ЖҰМЫС БЕТІ БАР АСПАПТА СОЗЫМДАУ КЕЗІНДЕ ДАЙЫНДАМАДАҒЫ КЕРНЕУЛІ ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙДІ ШЕКТІ ЭЛЕМЕНТТЕР ӘДІСІМЕН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

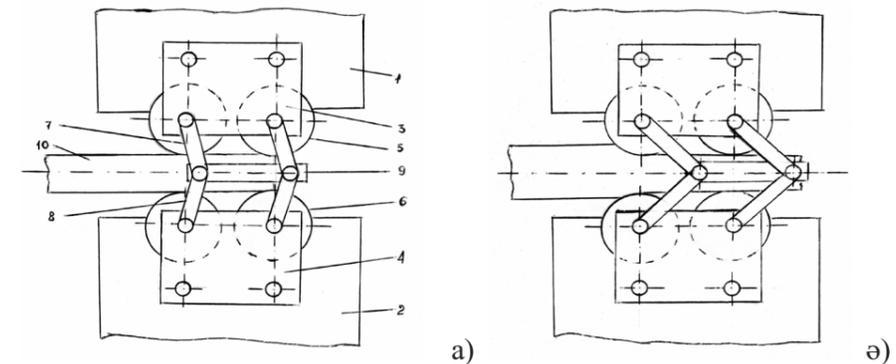
Мақалада цилиндрлі пішінді жұмыс беті бар аспапты созымдау кезінде дайындамадағы кернеулі деформацияланған күйде шекті элементтер әдісімен сандық модельдеу.

Тегіс, ойылған және аралас соққыштармен соғудың белгілі сұлбалары деформация ошағында макроағындарды басқарудың және жылжымалы деформацияның дамуының мүмкіндіктерін шектейді. Оны кеңейту шекаралық шарттарды өзгерту арқылы мүмкін, яғни дайындама мен сыртқы түйістіру шекараларын үйлестіретін технологиялық құралдың пішіні арқылы: турасылықты, турасылықты емес, ойыс және шығыңқы аймақтар.

Дайындама мен құралдың түйісетін пішіні бойынша әр түрлі жазықтықтарының өзара орналасуы перпендикулярлы немесе оларға бұрыш астында болса да беру фронтының жазықтығы өлшем мен бағыты

бір қалыпты да жылжымалы да деформацияның пластикалық металл ағынының макроағындарын басқару мүмкіндігін кеңейтеді [1].

Сондықтан соғудың оптималды технологиясы мен дайындамада ҚДК қолайлы жағдай жасау үшін цилиндрлі жұмыс бетті үстіңгі және астыңғы соққыштары бар ұзартуға арналған құрал ұсынылған (сурет 1).



Сурет 1 – Ұзартуға арналған құрал
а – ұзартудың бастапқы кезеңі; ә – ұзартудың соңғы кезеңі

Ұзартуға арналған құрал екі соққыш 1 және 2, төрт цилиндрлі жұмыс беттен 5 және 6, олар соққыштардың жартылай цилиндрлі ұяшықтарында орналасқан, төрт тұғырдан 3 және 4. Үстіңгі және астыңғы цилиндрлі жұмыс беттеріне тісті қосылыстар және жетектер арқылы 7 және 8, тірек 9 қосылған, ал цилиндрлік жұмыс беттерінің өздері мойынтірек арқылы тұғырларға бекітілген.

Деформацияланған дайындамалар келесідей тәртіп бойынша жасалады. Дайындаманы 10 соққыштармен үстіңгі 1 және астыңғы 2 цилиндрлік жұмыс беттері арасында орналастырады 5 және 6. Траверс баспағы төменге қарай қозғалғанда соққыштардың цилиндрлі беттерімен дайындама пластикалық деформацияланады. Сонымен қатар тісті қосылыс пен жетек көмегімен тірек 9 үстіңгі және астыңғы цилиндрлік жұмыс беттерін айналмалы қозғалтады.

ҚДК дайындамасын ұзарту үрдісі математикалық модельдеу көзқарасымен анықтаушы параметрлердің саны өте көп және әсер ету мінезі әр түрлі болғандықтан күрделі үрдіс болып саналады. Ұзартудың қарапайым түрлеріне де есептің түзу қойылымы интегралды-дифференциалды теңдеулерге әкеледі, ал оларды шешу аналитикалық түрде мүмкін емес. Алайда, қазіргі уақытта осындай есептерді шешу үшін нәтижелі-элементті сараптау өнімдерінде қолданған нәтижелік элементтер әдісі кең қолданылады. Бағдарламалық өнімдерінің

нәтижелі-элементті сараптамасының көшбасшысы болып металдарды қысыммен өңдеудегі үрдістерді есептеуге арналған MSC.SuperForge бағдарламасы. Есептеу нәтижелерінің дәлдігі және соғу және қалыптау үрдістерін компьютерлік модельдеу үшін MSC.SuperForge бағдарламасын қолдану тиімділігі Жапония, АҚШ және ЕС елдерінің өнеркәсіптік көшбасшы компаниялардың Sumitomo Heavy Industries, Ford, BMW, Toyota Motor Co және DENSO тәжірибесі айқын дәлел болып табылады.

Цилиндрлі жұмыс бетті құралда ұзарту үрдісі қарастырылады. Көлемді ҚДК зерттеу тапсырмасы - дайындамаларды ұзарту үрдісінде түйіспелконтактілі, серпімді созылмалы, сызықты емес, деформациялаудың температуралық режимін есепке алу және көлемді орын ауыстыру мен деформация. Құралдың бір жүрісі кезіндегі дайындамадағы ҚДК мен температуралық аймақты есептеу қажет.

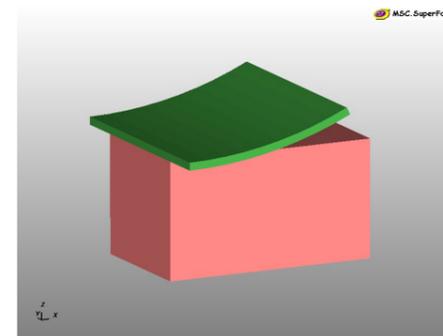
Соғылма дегеніміз - Ш60х300 мм өлшемді цилиндр. Дайындама материалы ретінде алюминий қоспасы алынған Д16 деформациялау температуралық диапазоны 300 – 450 °С және механикалық қасиеттері: иілу модулі 70000 МПа, Пуансон коэффициенті 0,4 және тығыздығы 2,67 г/см³. Дайындаманың пластикалық материалын модельдеуге Джонсон-Куктың серпімді созылмалы моделі таңдалған.

MSC.SuperForge-те құралдар абсолютті қатаң күйінде қабылданады және тек қана жылуөткізгіштік және жылу беру, яғни үлесті жылуөткізгіштік, үлесті жылу сыйымдылық және тығыздық көңілге алынған ал механикалық қасиеттер көңілге алынбайды. Құрал материалына автоматты Н13 қоспасы бекітіледі. Бұл материал үшін тығыздық пен жылулық қасиеттер автоматты түрде бекітіледі. Құралдың цилиндрлі жұмыс бетінің радиусі 90 мм.

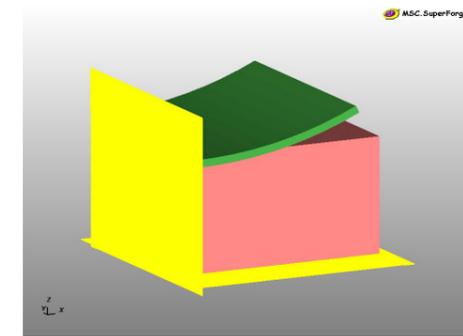
Дайындаманың деформацияланатын материалы мен қатаң құрал арасындағы өзара әрекет контактілі беттер арқылы модельденеді, олар дайындама беті мен контактілі бет арасындағы контактілі шарттарды бейнелейді. Модельдеу үрдісінде контакт шарттары материал деформациясы мен құрал қозғалысын бейнелеп үнемі өзгеріп отырады, ал ол өңделіп отырған дайындама материалы мен құрал арасындағы сырғуды модельдеуге мүмкіндік береді. Дайындама мен құрал арасындағы контакт Кулон бойынша модельденген, үйкеліс коэффициенті 0,3 деп алынған.

Соғудағы температуралық режим құрал, дайындама мен қоршаған ортаның өзара жылу алмасуы мен металл деформациясы есебінен пайда болатын жылулық эффектіден тұрады. Жылу жеткізу қоршаған ортамен конвективті, сәулелі және дайындама мен құрал арасында контакт болғанда іске асады. Ұзарту үрдісі дайындаманың температурасы 400°С болғанда іске асады. Құралдың бастапқы температурасын 20°С тең деп санаймыз.

Құралдың үшөлшемді геометриялық үлгісі CAD Inventor бағдарламасында жасалған және CAE MSC.SuperForge бағдарламасына импорттелген. Құрал мен соғылманың есептік сұлбасы 2 суретте көрсетілген. Симметрии бойынша дайындама мен соғу блогының 1/4 бөлігі ғана қарастырылады, сурет 3.

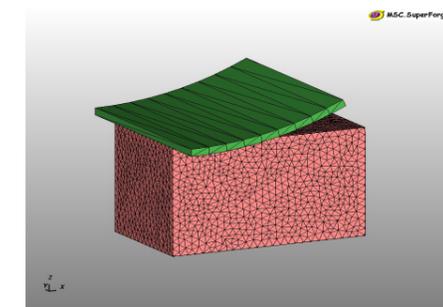


Сурет 2 – Құрал мен соғылманың есептік сұлбасы

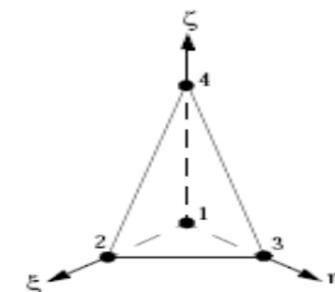


Сурет 3 – Құрал мен соғылманың симметрия жазықтықтары

4 суретте көрсетілген дайындама мен құралдың нәтижелі-элементті моделін жасаған кезде үшөлшемді денелерге қолданылатын үшөлшемді көлемді СТЕТРА (төрттүйінді тетраэдр) элементі қолданған сурет 5. Құрал мен дайындама моделіне 2518 элемент және 3180 түйін қолданған. Үрдісті есептеуге тактілі жиілігі 3,4 ГГц және оперативті жады 2 Гбайт Pentium Duo компьютерінде 24 мин уақыт кетті.



Сурет 4 – Нәтижелі-элементті модель



Сурет 5 – СТЕТРА нәтижелі элемент

6, 7, 8 суреттерде металдың дайындамада ағу жылдамдығы, түйістірілген қысым, температуралық аймақ, эквивалентті кернеу мен деформациялардың таралуы бейнеленген.

Сандық модельдеудің нәтижелері негізінде, алынды:

Үстінгі және астыңғы айналмалы цилиндрлі беттерді ұзартуға қолдану соғылмаларда ойық-шығыңқы беттерсіз алюминий дайындамаларын алуға мүмкіндік береді, яғни соғылманың беті тегіс (басқа құрылғыларда бетін тегістеуді қажет етпейді) болады, ол ұзартудың өнімділігін арттырады.

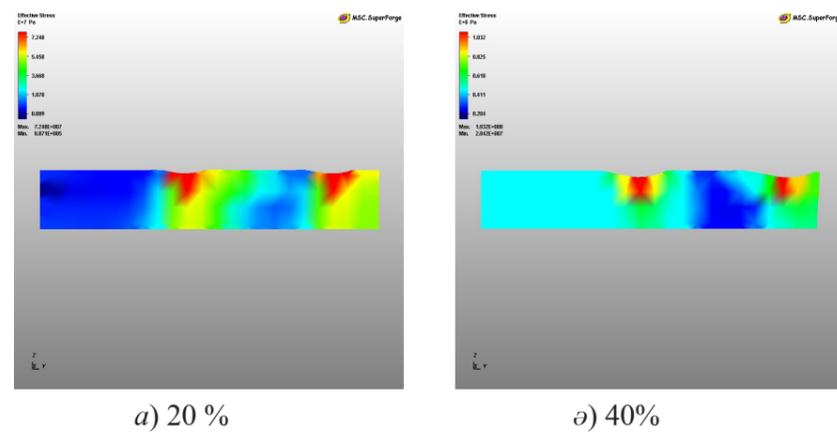
Күрделі қозғалысты құрылғыларды қолдану, яғни айналмалы қозғалысты қысу нәтижесінде тегіс бетті және дәл өлшемді соғылмаларды аламыз.

Ұзартудың бастапқы кезінде эквиваленттік кернеулер мен деформация дайындама мен құралдың контактілі аймақтарында локализацияланады (6 және 7, а және ә суреттері);

Тұтас қысуды жоғарылату дайындаманың орталық бөлігінде эквивалентті кернеу мен деформациялардың жоғарылауына әкеледі (сурет 6 және 7, б, в);

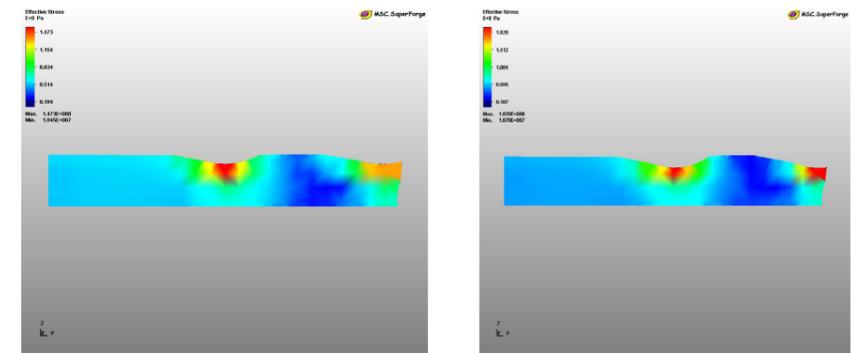
Ұзарту үрдісінде деформацияның локализациялану аймағында температура жоғарылайды (сурет 8);

Цилиндрлі жұмыс бетті құралда ұзарту кезінде жылжу деформация дәрежесі (жинақталған деформация) таралу бойымен дайындаманың қимасы бойынша біркелкі таралады.



а) 20 %

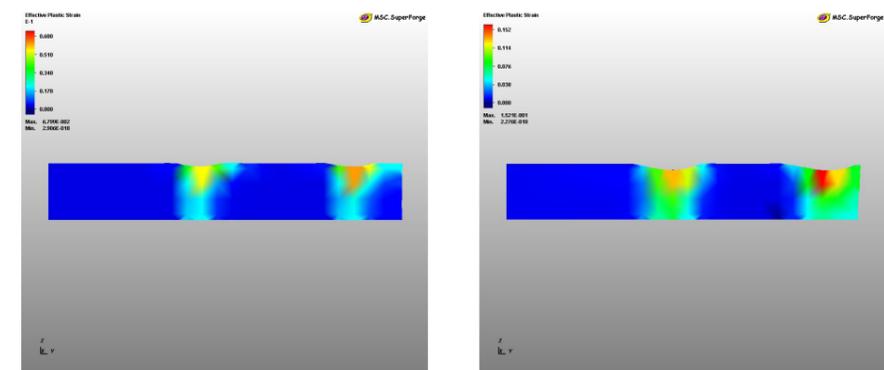
ә) 40%



б) 60 %

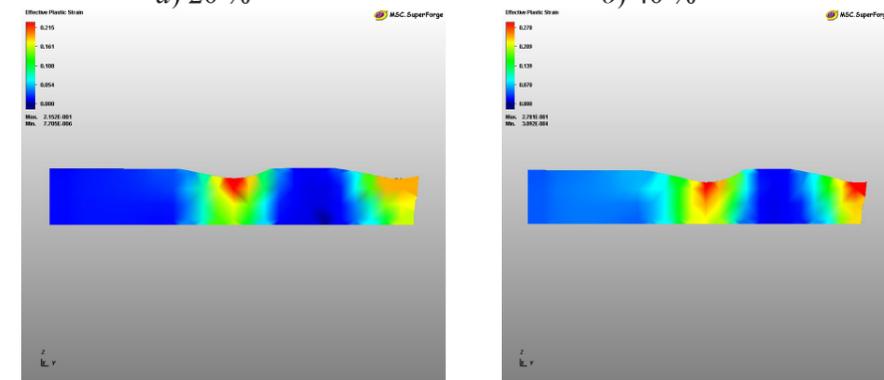
в) 80 %

Сурет 6 – Дайындамада эквивалентті кернеудің таралуының бейнесі



а) 20 %

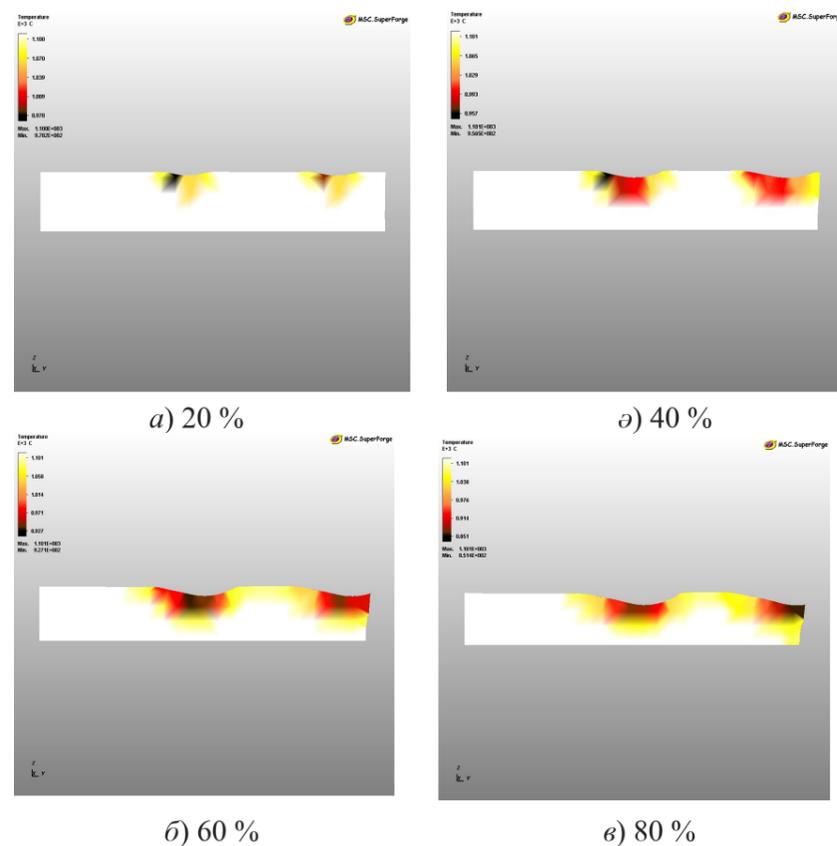
ә) 40 %



б) 60 %

в) 80 %

Сурет 7 – Дайындамада эквиваленттік деформациялардың таралуының бейнесі



Сурет 8 – Дайындамада температуралық аймақтың таралуының бейнесі

Осылайша, цилиндрлі жұмыс бетті құралда ұзарту кезінде кернеулі деформацияланған күйді деформацияланатын дайындаманың қимасы бойынша біркелкі таралады, яғни ҚДҚ «қжұмсақ», ал жылжу деформация дәрежесі біркелкі таралады. Осының бәрі алынатын соғылмалардың сапасын арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Антощенко, Ю. М. Расчет процессовковки. - М. : Машиностроение, 2001 – 240 с.
- 2 Устройство для протяжки. С.А. Машеков, Н.С. Сембаев. – Патент № 21687. Оpubл. 15.09.2009, бюл. № 9. – 2 с: ил.
- 3 Полухин, П. И., Горелик, С. С., Воронцов, В. К. Физические основы пластической деформации. – М. : Металлургия, 1982. – 584 с.
- 4 Охрименко, Я. М., Тюрин, В. А. Теория процессовковки. – М. : Высшая школа, 1977. – 299 с.

5 Сторожев, М. В., Попов, Е. А. Теория обработки металлов. – М. : Машиностроение, 1977. – 423 с.

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ. Материал 20.09.12 баспаға түсті.

Н. С. Сембаев, Г. Б. Уаханова

Инструмент с цилиндровой стройной поверхностью во время близкого расстояния при деформационном состоянии под напряжением способом ограниченных элементов численного моделирования

Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар. Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

N. S. Sembayev, G. B. Uakhanova

Numerical simulation by the VAT workpiecefinite elements' method during broaching in a tool with a cylindrical working shape

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar. Material received on 20.09.12.

Мақалада цилиндрлі пішінді жұмыс беті бар аспапты созымдау кезінде дайындамадағы кернеулі деформацияланған күйде шекті элементтер әдісімен сандық модельдеу

In the paper the numerical simulation by the VAT workpiece finite elements' method during broaching in a tool with a cylindrical working shape has been researched.

УДК 64.075

Р. И. СЕРЖАНОВ, А. Н. ЖАКУПОВ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

В статье представлены результаты математического моделирования процесса термической обработки бесшовных труб, определены значимые факторы и получено уравнение регрессии.

Термическая обработка – это процесс тепловой обработки металлических изделий, целью которого является получение необходимых механических и физических свойств металла в результате изменения ее структуры без изменения формы изделия и состава.

Для термической обработки бесшовных труб применяют такие основные методы, как:

Отжиг (гомогенизация и нормализация). Целью является получение однородной зернистой микроструктуры и растворение включений. Последующее охлаждение является медленным, препятствующим образованию неравновесных структур типа мартенсита.

Закалку проводят с повышенной скоростью охлаждения с целью получения неравновесных структур типа мартенсита. Критическая скорость охлаждения, необходимая для закалки зависит от материала.

Опуск необходим для снятия внутренних напряжений, внесенных при закалке. Материал становится более пластичным при некотором уменьшении прочности.

Для выбора оптимального режима и параметров термической обработки бесшовных труб используется математическое моделирование процесса. Под математическим моделированием понимается процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта.

Для исследования был применен один из методов математического моделирования – имитационное. Имитационное моделирование — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты, с целью получения информации об этой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией.

К имитационному моделированию прибегают, когда:

- дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;
- невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствие, нелинейности, стохастические (случайные) переменные;
- необходимо симитировать поведение системы во времени.

Преимущества имитационного моделирования:

Стоимость. Затраты на применение имитационной модели состоят лишь из цены программного обеспечения и стоимости консалтинговых услуг.

Время. Имитационная модель позволяет определить оптимальность таких изменений за считанные минуты, необходимые для проведения эксперимента.

Повторяемость. С помощью имитационной модели можно провести неограниченное количество экспериментов с разными параметрами, чтобы определить наилучший вариант.

Точность. Имитационное моделирование позволяет описать структуру системы и её процессы в естественном виде, не прибегая к использованию формул и строгих математических зависимостей.

Наглядность. Имитационная модель обладает возможностями визуализации процесса работы системы во времени, схематичного задания её структуры и выдачи результатов в графическом виде.

Универсальность. В каждом случае модель имитирует, воспроизводит, реальную жизнь и позволяет проводить широкий набор экспериментов без влияния на реальные объекты.

Для определения математической модели процесса термической обработки были взяты 3 образца труб. Для достоверности проводимого исследования образцы «прокернили», в зависимости от применяемых параметров процесса термической обработки.

После, все образцы труб нагрели в термической печи до температуры 900°

№ образца	Метод охлаждения	Концентрация охладителя (вода/воздух)
1	Водяное охлаждение с образованием паровой рубашки	30/70
2	Водо-воздушное охлаждение	45/55
3	Полное погружение в воду	100/0

Согласно требованиям стандартов (ГОСТ 633-80 и др.), предъявляемых к бесшовным трубам, нормируемыми показателями физико-механических свойств являются временное сопротивление и предел текучести, зависящие от твердости. Поэтому результатом процесса имитационного моделирования примем твердость по Роквеллу.

Следует учесть, что изменение твердости прямо пропорционально изменению двух основных факторов – концентрации охладителя и времени охлаждения.

По окончанию эксперимента имеем следующие данные, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Данные эксперимента

Параметр	1 образец	2 образец	3 образец
X ₁ (концентрация охладителя), % воды	55	40	100

X ₂ (время охлаждения), сек	45	55	8
Y (твердость по Роквеллу), HRC	38	36	46

Для определения правильности выбора пары величин (концентрация охладителя и твердость) определим коэффициент парной корреляции. Алгоритм выводится в программе GWBASIC (рисунок 1).

```

10 CLS:REM коэффициент парной корреляции
20 DIM X(50),Y(50)
30 INPUT "введите число пар X i Y":N
40 FOR I=1 TO N
50 PRINT "введите": I;"пару значений X i Y":INPUT X(I),Y(I)
60 NEXT I
70 PRINT "коэффициент парной корреляции="
80 LET S1=0:LET S2=0:LET S3=0
90 LET S4=0:LET S5=0:LET S6=0
100 FOR I=1 TO N
110 LET S2=S2+X(I)
120 LET S3=S3+Y(I)
130 LET S4=S4+X(I)*X(I)
140 LET S5=S5+Y(I)*Y(I)
150 LET S6=S6+X(I)*Y(I)
160 NEXT I
170 LET A=S1*S5-S2*S3
180 LET B=(S1*S4-S2*S2)*(S1*S6-S3*S3)
190 LET R=A/SQR(B):PRINT USING"###.###":R
200 STOP
    
```

Рисунок 1 – Алгоритм программирования

В результате подстановки данных X и Y получаем коэффициенты парной корреляции равными $r_{x1} = 0,98$ (~ 1) и $r_{x2} = 0,26$. При коэффициенте парной корреляции r_x близкой к единице существует строгая положительная детерминированная связь. Чем ближе абсолютное значение к единице, тем сильнее линейная связь между X и Y.

Определив правильный выбор факторов X₁ и X₂, находим уравнение множественной регрессии, описывающее процесс термической обработки. В результате уравнение регрессии будет иметь вид:

$$Y = 54 - 0.0571X_1 + 0.29X_2$$

Проверка адекватности уравнения регрессии (модели) осуществляется с помощью **средней ошибки аппроксимации**, величина которой не должна превышать 10-12%

$$\varepsilon = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{3i} - \bar{y}}{y_{3i}} \right|$$

где y_{3i}, \bar{y} – экспериментальное, расчетное и среднее значение величины y; n – количество экспериментальных значений y.

Подставляя значения определяем, что **средняя ошибка аппроксимации равна 1,56%, подтверждающее** соответствие математической модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 633-80 - Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним. Технические условия.
- Башнин, Ю.А. Ушаков, Б. К. Секей, А. Г.** Технология термической обработки. – М.: Металлургия, 1986.
- Металловедение и термическая обработка стали. – Справочник, т. III – М.: Металлургия, 1983.
- Первозванский, А. А.** Математические модели в управлении производством, 2007.

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.12.

Р. И. Сержанов, А. Н. Жакупов
Математикалық моделдеу процессінде жалғаусыз құбырларды термиялық өңдеу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

R. I. Serzhanov, A. N. Zhakupov
Mathematical modeling of seamless pipes' heat treatment
Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Мақалада жіксіз құбырлардың термиялық өңдеудің математикалық үлгілеу қорытындысы келтірілген, негізгі факторлары анықталу барысында кемімел теңеу теңдігі алынды.

Results of mathematical modeling of heat treatment of seamless pipes are presented in article, significant factors are defined and the regression equation is received.

М. Д. ТОКАНОВ, А. К. КАРАКАЕВ

**АСТАНА ҚАЛАСЫНДА МОНОРЕЛЬСТІ КӨЛІКТЕРДІ
ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ
(ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ)**

*Жобада Қазақстан Республикасында, оның астанасы
Астана қаласында монорельсті көліктерді еңгізу мүмкіндігі қарастырады.*

Жоба 2012 жылы басталған болатын. Қазақстан Республика-сының астанасында монорельс құрылысы төретиқалық іздестіруден өтіп, практикалық жаққа ауған кез болатын. Бұл құрылыстың ұйымдастырылу себебі: қаладағы жол көлігінің, көбінесе автокөліктердің, көбейуі болды. Астананың көліктік артериялары бұл көбейген көлікпен күресу қиын болып отыр.

Жаңа жолдардың құрылуы көлік мәселесін толықтай шеше алмайды. Метронның құрылуы қымбат және ұзақ процестердің бірі. Қоғамдық көліктердің ерекше түрі қажет, оның бірі – монорельсті көлік. Атауы монорельс болса, өзін арқалық немесе ферма деп атайды, оның көмегімен поезд жүреді. Арқалық көмегімен бекітілген монорельсті тіректер – монорельсті жолды шығарады. Осы көліктерді ұйымдастыру жаңа болып көрінсе, сонымен қатар көліктің аялдамаларын жобалау өзгешелігі Қазақстан Республикасында да ерекшеленеді. Эстакадалар, тоннельдер мен басқа да көлік құрылыстары шығаралып жатса да, автокөліктердің орташа жүру жылдамдық көрсеткіші төмен болып қала береді. Бұл әсіресе автокөліктерді жеке пайдалануының ұлғайуымен байланысты (1000 адамға шамасымен 200 – 250 автокөлік болуы керек), ал көше бойымен жолаушыларды өткізу қабілеті ұлғаймайды, қамтамасыз етілмейді. Қалалардың өсуі, ірі өнеркәсіптік кәсіпорындары бар жаңадан құрылған қала маңындағы аудандардың құрылуы, серік қалаларды дамыту, сонымен бірге қаладан қашық жерге әуежайларды шығару, жылдам хабарламаларды жеткізуді талап етеді. Көбінесе бұны арнайы деңгейде жасалған жолдармен жеткізу мүмкін, монорельс сол жолдарда көше желісі бар хабарламаларды жеткізуге кедергі жасамайды. Жылдамды трамвайлар, метрополитен мен монорельстер ең тиімді көліктер болып саналады. Құрылыс құны мен шығынды пайдалануды теңестірсе монорельсті жол бірнеше рет трамвайдан, метрополитеннен, жол үсті темір жолынан және автострададан да арзан екенін көрсетеді. Бұл монорельсті жолдардың басымдылығын арттырады:

1) монорельсті жолдарда поездың жылдамдығы сағатына 60 – 150 км жүре алады, аралығы 1,5 – 2 мин., бұл өткізу қабілетінің жылдамдығын қамтамасыз етеді (сағатына 5 – 30 мың жолаушыларды өткізеді);

2) монорельсті жол аса қауіпсіз қозғалысты қамтамасыз етеді, өйткені жолдарда басқа көліктермен қиылыспайды, және автоматты дабылқағышпен, қосақтаумен және басқарумен жабдықталуы мүмкін;

3) ауа райының жағдайлары монорельсті жолдарға кедергі жасамайды;

4) монорельсті трасса жолдардың қалың құрылыстардың аудандарында салуға болады, өйткені көптеген жағдайларда монорельстердің тіректері біртіндеулі құрылыстармен қолданылады, сонымен қатар шамалы орын алады. Жолаушыларды отырғызу және шығару аялдамалары қалалық аялдамаларында ғана емес мекемелер-де-де тұрғызылуы мүмкін, соның арқасында жолаушыларды мақсат еткен жерге дейін тікелей жеткізуге болады (вокзал, дүкен, кәсіпорын және т.б.);

5) монорельсті жолдардың құрылысы негізінде индустриалды әдіспен жүргізіледі, бұл құрылысты енгізудегі пайдаланудың мерзімін қысқартып, олардың құнын төмендетеді;

6) кедергі келтіретін дыбыстардың деңгейін (2000 – 2200 Гц сөйлеу сөздерін) басады, қоршаған ортаның ластануын арттырмайды;

7) жол көлік оқиғаларын азайтады.

Бұл ғылыми жұмыс мамандарға келесі сұрақтардың жауабын шешуге көмектеседі деп ойлаймыз:

монорельсті көліктерді құрастыруының ортақ тәсілін талдап жасауға;

жобаны әзірлегенде анықтауға, неден бастауға және қандай аспектілерді есепке алуды.

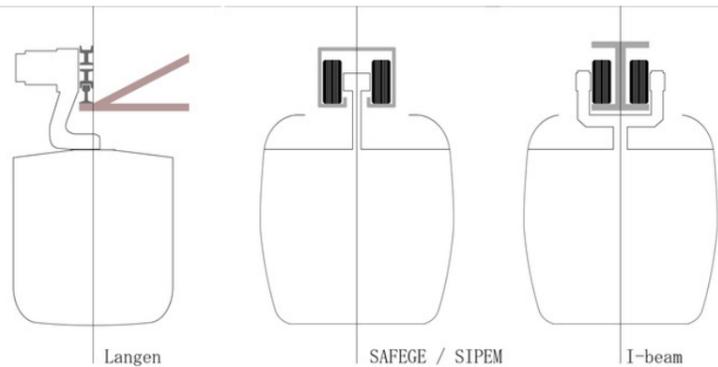
Монорельсті жол (біррельсті темір жол) – рельсті көліктердің бір түрі. Бірақ монорельс атауын естіген кезде темір жол дегенді түсінеміз, бірақ та айырмашылығы әдеттегі екі рельсті темір жолына қарағанда, монорельстің тек бір тіреуішті рельсі бар. Күнделікті тәжірибеле монорельсті біз түрлі пішінді көлік деп түсінеміз, бірақ онда рельс мүлдем болмауы мүмкін. Ереже бойынша монорельс деп кез келген эстакадты көлікті айтуға болады (1 – сурет) [1].

Монорельсті жүйе аспа құрамының әдістері

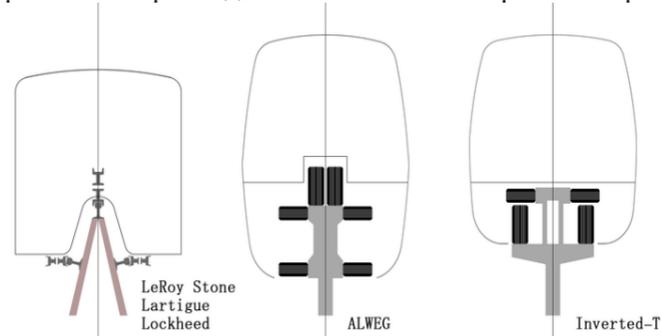
Монорельсті жүйе аспа әдіс бойынша аспалы, тіректі және аспа бүйірі болып бөлінеді (2 – 3 – суреттер)



1 – сурет – Біррельсті темір жол



2 сурет – Шатырлы әдіспен жасалған монорельсті жүйелер



3 сурет – Аспалы әдіспен жасалған монорельсті жүйелер

Транспорттық жүйеде вагондар мен жүк вагонеткалары арқалық – монорельспен жүреді, тіректер мен эстакадалармен бекітіледі. Арқалық

үстімен жігерлі құрамының көмегімен жүре алады (шатырлы аспалы жүйе) (4 – сурет) немесе монорельстің (аспалы жүйесі) (5– сурет) [2].



4 сурет – Шытырлы жүйе



5 сурет – Аспалы жүйе

Вагондардың жүріс бөлігі дөңгелекті, пневматикалық немесе магниттік аспалар, сонымен қатар тайғанақты тіректер, электрлі жетек немесе іштен жанатын қозғалтқыштар, әуе реактивті қозғалтқыштар және сызықты жетек магниттік аспалар қолданылуы мүмкін.

Алғашқы монорельсті жол 1820 жылы мәскеулік механик И.К.Эльманмен құрылған. Бір жылдан соң Англияда осыған ұқсас патент берілген. Ең көне жол 1902 жылы Вупперталь қаласында (Германия) салынған болатын. 1935 жылы Мәскеу қаласында Северянин стансасында ғылыми тәжірибелік жол бөлігі құрылған, кейбір конструктивті шешімдер шетелдік жобаларда пайдаланған болатын. Монорельсті жолдар қазіргі уақытта Германияда, Францияда, Канадада, АҚШ пен Жапонияда қолданылады. Қалалық көліктерді ауыстырып, монорельсті жолдарды дамытуға болашақта ең тиімді жол, себебі ол максималды жылдамдықта жеткізуді қамтамасыз етеді және басқа-да көліктер мен жүргіншілерге кедергі келтірмейді [3].

Әлемдегі ең бірінші монорельс 1825 жылы 25 маусымда ашылған. Ол Пальмер принципі бойынша жасалған.

Содан кейін жарты ғасыр арасында монорельсті құрастыру саласында еш жаңалық болған жоқ. Жұмысқа қабілетті монорельсті шығару тек XIX ғасырдың аяғында жүргізіле басталды. 1872 жылы Мәскеудегі политехникалық көрмеде монорельсті жол бөлігі көрсетілді. Құрылғыны жасаған инженер Лярскийдің. 1876 жылы АҚШ-дағы Centennial Exposition көрмесінде бұл монорельс көрсетілген. Монорельстің трасса ұзындығы 170 ярд (150 м. жуық) құраған.

Жалпы айтқанда, XIX ғасырдың соңында монорельс көптеген түрлі көрмелерде жиі қонақ болып тұратын. 1872 жылы Лондон монорельс

кабельді тартқышта көрсетілген, 1891 жылы Сент Луисте трамвайларға ұқсас вагонды монорельс көрсетілген болатын.

Қазақстанда-да ЕХРО – 2017 көрсетсек жақсы болар еді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 [http://ru.wikipedia.org/wiki/Московская монорельсовая транспортная система.](http://ru.wikipedia.org/wiki/Московская_монорельсовая_транспортная_система)
- 2 [http://www.logico.kz/monorelsovyj-transport/.](http://www.logico.kz/monorelsovyj-transport/)
- 3 <http://ecorussia.info/ru/ecopedia/monorails>
- 4 **Вейнберг, Б. П.** Движение без трения (безвоздушный электрический путь): Учебн. для вузов. – М.: Транспорт, 1914. – 287 с.
- 5 СНиП «Тоннели и метрополитены». – № 4.02 – 91.
- 6 **Бугель, И. И.** Программа развития пассажирского транспорта Москвы до 2030 года. – М. – 2004.
- 7 **Эллис, Гамильтон.** Иллюстрированная энциклопедия железных дорог (Международная) – Hamlyn Publishing Group Limited, 1969. – 591 с.
- 8 Мир Поездов – английская Библиотека Hamlyn/New (Лондон – Нью-Йорк – Сидней – Торонто), 1976. – 144 с.
- 9 **Байрыева, Л. С., Прокопович, А. В.** Пусковые и тормозные режимы работы подвижного состава. – М.: Изд-во МЭИ, 1989. – 104 с.
- 10 **Байрыева, Л. С., Шевченко, В. В.** Электрическая тяга. Городской наземный транспорт. – М.: Транспорт, 1986. – 208 с.

С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

М. Д. Токанов, А. К. Каракаев

Особенности применения транспортов в городе Астане монорельсов (Республика Казахстан)

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайғырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.12.

М. D. Tokanov, A. K. Karakayev

The peculiarities of implementation of the monorail transport in Astana city (Republic of Kazakhstan)

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.

Material received on 20.09.12.

В работе рассматривается возможность использования монорельсового транспорта в Республике Казахстан, в частности, в ее столице Астане.

The implementation of monorail transport in the Republic of Kazakhstan and especially its capital Astana is considered in the paper.

УДК 69:620.179.1

Р. Э. ФАЗЫЛБЕКОВА, В. И. ДАНИЛОВ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Данная статья раскрывает использование методов и средств неразрушающего контроля (НК) применительно к изделиям и сооружениям из бетонов.

Параметрами, подвергаемыми неразрушающему контролю в бетонах, являются прочность, величина защитного слоя, влажность, морозоустойчивость, влагонепроницаемость и ряд других. При производстве ЖБИ также контролируют натяжение арматуры и величину вибрации при уплотнении бетонной смеси. Но основным контролируемым параметром для бетонов является прочность на сжатие.

Прочность - свойство материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, вызванных внешними силами или другими факторами (стесненная усадка, неравномерное нагревание и т. п.)

Существует несколько методов испытания бетонов на прочность:

Метод стандартных образцов. Как правило, для испытаний изготавливают образцы из проб бетонной смеси, применяемой при изготовлении контролируемого изделия, кубической или иногда цилиндрической формы. Пробы берут из одного замеса или из одного кузова автомобиля, перевозящего бетонную смесь. Образцы, изготовленные из бетонной смеси, испытывают через 28 суток после изготовления. Их устанавливают в пресс и нагружают его непрерывно и равномерно до разрушения образца. Разрушающая нагрузка фиксируется, и затем по ней рассчитывают прочность бетона.

Использование выбуренных из конструкции кернов, которые затем испытывают подобно стандартным образцам под прессом. Бетон кернов

полностью соответствует реальному материалу конструкции. Однако сложность отбора образцов-керна, высокая трудоемкость и стоимость их выбуривания, опасность нарушения целостности конструкции, возможное нарушение структуры керна при выбуривании и обработке торцов, - все это во многих случаях ограничивает использование этого метода.

Основное отличие метода НК от предыдущих в том, что при использовании этого метода непосредственно измеряемой величиной является не прочность, а какой-либо физический показатель, связанный с измеряемой величиной корреляционной зависимостью.

Корреляционной называется зависимость, в которой каждому значению измеряемой величины соответствует несколько значений искомой величины. Другими словами, на соотношение измеряемый показатель - показания прибора (прочность) оказывают влияние несколько свойств материала, не все из которых поддаются математической и приборной интерпретации.

Для установления этой корреляционной зависимости и определения прочности бетона предварительно устанавливаются градуировочная зависимость между прочностью бетона и косвенной характеристикой. Эту зависимость устанавливают для бетонов одного проектного возраста и приготовленных из одинаковых материалов по результатам испытаний на прочность образцов-кубов.

Приведем наиболее часто встречаемые методы НК, основанные на построении индивидуальных градуировочных зависимостей:

1. Метод пластической деформации основан на измерении размеров отпечатка, который остался на поверхности бетона после соударения с ней стального шарика. Метод устаревший, но до сих пор его используют из-за дешевизны оборудования с помощью молотка Кашкарова.

2. Метод упругого отскока заключается в измерении величины обратного отскока ударника при соударении с поверхностью бетона. Используют недорогой прибор Beton Condrol. Метод упругого отскока также основан на измерении поверхностной твердости бетона.

3. Метод ударного импульса заключается в регистрации энергии удара, возникающей в момент соударения бойка с поверхностью бетона. Считается наиболее распространенным методом с применением приборов- Beton Pro Condrol и Beton Easy Condrol, приборы ИПС и приборы ОНИКС.

4. Метод отрыва со скалыванием и скалывания ребра конструкции заключается в регистрации усилия, необходимого для скалывания участка бетона на ребре конструкции, либо местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства.

Это самые точные из методов НК прочности, поскольку для них допускается использовать универсальную градуировочную зависимость, в которой изменяются всего два параметра: 1) крупность заполнителя, которую принимают равной 1 при крупности менее 50 мм и 1,1 при крупности более 50 мм; 2) тип бетона - тяжелый либо легкий.

К недостаткам этого метода следует отнести его высокую трудоемкость и невозможность его использования в густоармированных участках, а также то, что он частично повреждает поверхность конструкции.

Наиболее широко в настоящее время используются приборы ОНИКС-ОС и приборы серии ПОС.

5. Ультразвуковой метод заключается в регистрации скорости прохождения УЗ волн. По технике проведения испытаний можно выделить сквозное УЗ прозвучивания, когда датчики располагают с разных сторон тестируемого образца, и поверхностное прозвучивание, когда датчики расположены с одной стороны.

Метод сквозного УЗ прозвучивания позволяет, в отличие от всех остальных методов НК прочности, контролировать прочность не только в приповерхностных слоях бетона, но и прочность тела бетона конструкции.

Наиболее широко распространенные приборы, реализующие этот метод - УК1401М, семейство приборов Пульсар, Бетон-32, УК-14П и ряд других.

До недавнего времени испытания бетонов на прочность проводили только заводы ЖБИ и несколько лабораторий при профильных институтах, таких как НИИЖБ. В последнее время в связи с бурным развитием строительства зданий и сооружений из монолитного железобетона и участвовавшими случаями разрушений зданий, вызванных недостаточным контролем за их состоянием, наблюдается большой интерес к средствам и методам проведения контроля на прочность. Причем, интерес этот проявляют не только потребители, но и производители такого оборудования, а также специализированные лаборатории, призванные разрабатывать новые и совершенствовать существующие методики.

Практика изготовления и испытания стандартных бетонных образцов-кубов причиняется неприемлимой, т.к. объем изготовления стандартных образцов-кубов не соизмерим с объемами производства конструкций и сооружений, условия формования и твердения бетонных кубов не всегда соответствуют условиям изготовления конструкций. Поэтому прочностные характеристики стандартных образцов могут значительно отличаться от фактической прочности бетона в конструкциях.

Чаще всего применяются приборы Beton Pro Condrol и Оникс, перед которыми стоят две задачи:

1. Контроль за техническим соответствием поставляемого бетона заявленным паспортным характеристикам.

2. Контролировать распалубочную прочность бетона, т.е. следить за состоянием бетона, при котором в соответствии с регламентами можно снимать опалубку.

При этом основными требованиями здесь являются максимальная простота использования, универсальность и достаточная точность. То есть с прибором должен уметь работать неквалифицированный специалист по прочтению паспорта прибора.

Таким характеристикам наиболее полно соответствует прибор Beton Pro Condrol, в котором предварительно установлены 100 градуировочных зависимостей по различным составам бетонов, кирпичу керамическому, силикатному; по различным условиям твердения бетона и по всем проектным возрастам.

Проведем небольшой сравнительный анализ приборов. Начнем с чаще всего используемого и самого простого метода.

Метод ударного импульса

Прибор Beton Pro Condrol – наиболее популярный в настоящее время прибор, благодаря уникальному сочетанию высокой точности, удобства измерений и оптимальной комплектации с адекватной стоимостью. Прибор имеет очень удобную структуру пользовательского меню, сходного с меню чему пользователю не составит труда в нем разобраться с первого раза;

-в приборе применен новый склерометр, обеспечивающий большую точность и удобство эксплуатации, с увеличенной в 4-6 раз энергией удара, обеспечивающий автоматический взвод ударного механизма при установке на испытываемую поверхность. На достоверность полученного результата практически не влияет возраст бетона, его состав и условия твердения.



Рисунок 1- Прибор Beton Pro современных мобильных телефонов, благодаря Condrol

Прибор ОНИКС-2.6/ОНИКС-2.51/ОНИКС-2.52

-две градуировочные зависимости (легкие/тяжелые бетоны) с возможностью выбора возраста бетона от 1 до 100 суток с шагом 1 сутки и от 100 до 1000 суток с шагом 10 суток;

-возможность установки одной пользовательской градуировочной зависимости;

-прибор ОНИКС-2.51 имеет ИК-порт для связи с компьютером.



Рисунок 2- Прибор ОНИКС-2.6

Прибор УК1401М

-удобный анатомический корпус облегченной конструкции со встроенными УЗ-датчиками, позволяющими проводить измерения одной рукой;

-высокоточные УЗ-датчики.;

-определение прочности бетона в эксплуатируемых сооружениях в сочетании с методом «отрыв со сколом»;

-оценка несущей способности бетонных опор и столбов из центрифугированного бетона через отношение скоростей распространения ультразвука в направлениях вдоль и поперек оси опоры;

-поиск приповерхностных дефектов в бетонных сооружениях по аномальному уменьшению скорости или увеличению времени распространения ультразвука в дефектном месте по сравнению с областями без дефектов;

-оценка пористости и трещиноватости горных пород, степени анизотропии и текстуры композитных материалов;

-ИК-порт для связи с компьютером.



Рисунок 3 - Прибор УК1401М

Метод отрыва со скалыванием/скалывание ребра

Прибор Оникс-ОС

Важнейшие преимущества:

-впервые применены технические решения, исключающие проскальзывание анкера, позволяющие существенно улучшить метрологические и технические характеристики;

-вычисление прочности бетона с учетом его вида, способа твердения, типоразмера анкера;

-формирование результата по испытанию от 1 до 5 участков конструкции, вычисление коэффициента вариации;

-архивацию результатов (360 серий по 5 измерений) и условий испытаний в реальном времени;

-установку индивидуальных градуировочных зависимостей для испытания новых материалов;

-связь с ПК по USB интерфейсу и дополнительную обработку информации с помощью специализированной компьютерной программы.



Рисунок 4 - Прибор Оникс-ОС

Семейство приборов ПОС состоит из нескольких модификаций:

- ПОС-50-МГ4 имеют две опоры и предназначены для контроля изделий круглого сечения;

- ПОС-50-МГ4 «Скол» имеют три опоры и предназначены для контроля плоских бетонных поверхностей. С помощью специальной насадки может осуществлять контроль методом скалывания ребра, который подходит для густоармированных тонкостенных конструкций, таких как колонны, балки, ригели и т.д;

- ПОС-2-МГ4 предназначен для контроля ячеистого бетона методом вырыва спирального анкера. Прибор может применяться для контроля прочности полистиролбетона и пеноситалла.



Рисунок 5 - ПОС-50-МГ4 «Скол»

В приборах предусмотрена возможность установки следующих параметров: вида бетона (тяжелый/легкий), вида твердения (нормальное/ТВО), предполагаемой прочности бетона (< 50МПа/> 50МПа), типоразмера анкера. Выбор параметров осуществляется с клавиатуры приборов, при этом обеспечивается выбор коэффициентов для автоматического вычисления прочности бетона по результатам нагружения (вырыва фрагмента бетона);

-передача данных на ПК через COM –порт.



Рисунок 6 - Прибор ПОС-2-МГ4

Кроме перечисленных методов и аппаратных средств контроля существует и ряд других менее распространенных, таких как инфракрасный, электрического потенциала, вибрационно-акустический, акустико-

эмиссионный применение которых находится в стадии опытной эксплуатации либо очень сложно.

При выборе методов НК и приборов для проведения испытаний бетона пользователь должен знать их особенности и рекомендуемые области применения. Контроль прочности ударными и ультразвуковыми методами ведется в поверхностных слоях бетона (кроме сквозного УЗ-прозвучивания), в связи с чем состояние поверхностного слоя может оказывать существенное влияние на результаты контроля. В случаях воздействия на бетон агрессивных факторов (химических, термических или атмосферных) необходимо выявить толщину поверхностного слоя с нарушенной структурой.

До недавнего времени испытания бетонов на прочность проводили только заводы ЖБИ и несколько лабораторий при профильных институтах, таких как НИИЖБ. В последнее время в связи с бурным развитием строительства зданий и сооружений из монолитного железобетона и участвовавшими случаями разрушений зданий, вызванных недостаточным контролем за их состоянием, наблюдается большой интерес к средствам и методам проведения контроля на прочность. Причем, интерес этот проявляют не только потребители, но и производители такого оборудования, а также специализированные лаборатории, призванные разрабатывать новые и совершенствовать существующие методики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Попов, К.Н., Каддо, М.Б., Кульков, О.В. Оценка качества строительных материалов. - М., Ассоциация строительных ВУЗов, 1999.;
- 2 Гулунов, А.В. Методы и средства НК бетона и железобетонных изделий. - В мире НК. 2002. № 2(16). С.24-25;
- 3 Клевцов, В.А., Коревицкая, М.Г. Об организационно-технических проблемах НК прочности бетона. - В мире НК. 2002. № 2(16). С.16-17;
- 4 Штенгель, В. Г. О методах и средствах НК для обследования эксплуатируемых железобетонных конструкций. - В мире НК. 2002. № 2(16). С.12-15.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.12.

Р. Э. Фазылбекова, В. И. Данилов

Құбылыста зиян келмейтін бақылау сипаты

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

R. E. Fazylbekova, V. I. Danilov

Nondestructive quality control in construction concrete

Pavlodar State University after S. Toraigyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Осы бап бетондардан бұйымдарға және ғимараттарына қолдану әдістер және бұзбай бақылаудың құралдары қарай ашады.

This article opens the use of methods and means of nondestructive control in relation to concrete products and constructions from.

УДК 68:6.179.0

Е. Т. ХАСЕНОВ, А. К. КАРАКАЕВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТАНЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье представлены пути повышения качества и эффективности технического сервиса легковых автомобилей и обеспечения устойчивого развития СТО в Республике Казахстан.

Функционирование отраслей сферы услуг самым непосредственным образом ориентировано на удовлетворение спроса физических и юридических лиц на оказываемые услуги, подтверждая известный тезис о том, что спрос рождает предложение. Научно-обоснованная программа развития станций технического обслуживания (СТО), должна базироваться на показателе максимального удовлетворения спроса при минимальных затратах времени, средств, простоя оборудования и мощностей СТО. Количественное определение спроса затрудняется отсутствием адекватной концепции его формирования в условиях становления рыночных отношений и значительно осложняется отсутствием необходимого информационного обеспечения. Все

это указывает на актуальность исследования и необходимость разработки методики оптимизации производственной деятельности СТО.

Анализ и прогнозирование спроса - важнейшие составные элементы стратегического планирования становления и развития СТО в центральных городах и районных центрах, так как спрос на услуги в этой сфере является доминантным фактором, определяющим потенциал их развития.

Созданные в течение последних десяти лет СТО практически не располагали зданиями и современным технологическим оборудованием, подавляющее большинство из них выполняли продажу, предпродажную подготовку, техническое обслуживание (ТО) и ремонт в плохо приспособленных помещениях (гаражах, зданиях и сооружениях закрывшихся предприятий и т. п.). Такие станции в основном являлись универсальными, т. е. обслуживали легковые автомобили разных типов и марок. Размещение этих станций носило хаотичный характер.

Персонал, работающий на этих станциях, на начальном этапе становления имел достаточную квалификацию для выполнения работ по ТО и ремонту, так как на СТО обслуживались в основном легковые автомобили отечественного производства, а перечень предлагаемых услуг не отличался разнообразием [1].

Со временем значительно увеличилось не только количество автомобилей, но и возросла конкуренция среди СТО.

Здесь на спрос может оказать влияние комплексность оказываемых услуг, время обслуживания клиентов, качество предоставляемых услуг, сложившаяся репутация предприятия, надежность его работы, определяемая наличием резервных мощностей, штатом квалифицированной рабочей силы и т. д. Немаловажную роль здесь может оказать и система информирования клиентов о работе предприятия, что обеспечивается эффективной рекламой.

В настоящее время на рынке автосервисных услуг представлены дилерские СТО как российских, так и автомобилей дальнего зарубежья, универсальные СТО, а также мастерские «в гараже», различающиеся по уровню квалификации персонала, оснащённости технологическим оборудованием, подходами к обеспечению качества обслуживания и ремонта автомобилей.

В связи с этим становятся актуальными проблемы вида деятельности, выбора места расположения будущего предприятия и производительности СТО [1,2].

Перед руководителями (инвесторами) СТО, при принятии решения о строительстве нового предприятия, расширении, реконструкции или техническом перевооружении, встает проблема повышения эффективности функционирования таких предприятий.

Разработка методики оптимизации производственной деятельности СТО в городах региона, а так же их эффективности функционирования с учётом быстро развивающегося рынка услуг автосервиса является актуальной.

Цель настоящей работы - повышение качества и эффективности технического сервиса легковых автомобилей и обеспечение устойчивого развития.

Для реализации поставленной цели в работе были решены следующие задачи:

1. Произведен анализ показателей, характеризующих эффективность производственной деятельности СТО с учётом количества и возрастной структуры автомобилей, принадлежащих населению региона.
2. Предложена математическая модель оптимизации производственной деятельности СТО.
3. Разработана методика расчёта выбора основных направлений производства СТО.
4. Произведен совместный анализ теоретических и экспериментальных результатов исследования по оптимизации производственной деятельности СТО.
5. Определена экономическая эффективность предложенных организационно-технических мероприятий [3].

Предметом исследования являются процессы взаимодействия элементов открытой системы автосервис-клиент.

Научная новизна работы состоит в развитии теоретико-методических положений, в разработке научных и практических методов, математических моделей улучшения качества технического сервиса и повышения эффективности функционирования СТО.

Докладываются: теоретико-методические положения и математическая модель оптимизации производственной деятельности СТО легковых автомобилей; научно-методические подходы к использованию математических методов анализа и прогнозирования показателей, характеризующих производственную деятельность с целью устойчивого функционирования СТО; математическая модель реализации производственной программы СТО при ограничении количества автомобилей у населения региона и методики определения перспективного спроса на услуги, средней трудоёмкости одного обращения и коэффициента загрузки поста или участка СТО [4, 5].

Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанных методик для повышения эффективности функционирования СТО в Павлодаре и области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Абаимов, Р. В.** Как оценить автосервис // Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал «Автотранспортное предприятие». – М. : Транснавигация, 2009. – № 8, С.
2. **Айвазян, С. А., Енюков, И. С., Мешалкин, Л. Д.** – М.: Финансы и статистика. - 1983. -211 с.
3. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Г. П. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1971. – 237 с.
4. **Абрамович, М., Стиган, И.** Справочник по специальным функциям – М. : Наука, 1979. – 337 с.
5. **Айвазян, С. А., Бежаева, З. И., Староверов, О. В.** Классификация многомерных наблюдений – М. : Статистика, 1974. – 175 с.

Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.09.2012.

E. T. Khasenov, A. K. Karakayev

Жеңіл автокөлігіне техникалық қызмет көрсету станциясының өндірістік жұмысының тиімділігін арттыру

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 20.09.12 баспаға түсті.

E.T. Khasenov, A.K. Karakayev

Enhancing efficiency of the passenger transport service stations

Pavlodar State University after S. Toraiyrov, Pavlodar.
Material received on 20.09.12.

Мақалада Қазақстан Республикасында КЖО тұрақты дамуын қамтамасыз ету және жеңіл автокөліктеріне техникалық сервистардың тиімділігі мен сапасын жогарылату жолдары көрсетілген.

The paper presents the ways to improve the quality and efficiency of technical service of passenger cars and achieving sustainable development of the service stations in Kazakhstan.

УДК 620.179.52

Г. К. САДЫКОВА

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ КАК ПРЕДМЕТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТОВЕДЕНИЯ

В данной статье рассмотрены основные положения цифровых систем геометрического нивелирования, как предмет геодезического инструментостроения, основные требования к геодезическим инструментам, возможные неисправности нивелиров и порядок их устранения. Статья затрагивает вопрос об организации ремонта геодезических инструментов и вопрос метрологических сервисных центров, вопросы обязательной метрологической сертификации геодезических приборов, что является главным условием обеспечения соответствующей точностью высокоточного нивелирования. Статья написана в двух частях.

Геометрическое инструментостроение – прикладная техническая дисциплина, изучающая геодезические инструменты, их теорию, устройство, методы поверок и исследований, а так же правила обращения и ухода за ними.

На современном этапе интенсивного развития народного хозяйства нашей страны актуальность положений учредительного документа 1919 года (Учредительный документ Высшего геодезического управления, Задачи по изготовлению и снабжению геодезическими инструментами ведомств и учреждений страны, 1919 г.) не только не уменьшается, а напротив, существенно увеличивается в связи с бурным развитием научно-технического прогресса. Одной из важнейших задач повышения качества подготовки молодых специалистов в области геодезии является углубление их знаний о современных геодезических инструментах.

Геодезическое инструментостроение тесно связано с геодезией, физикой, материаловедением и другими науками. Геодезическое инструментостроение в своем развитии учитывает в т.ч. требование геодезии к точности, производительности, полевым экспедиционным условиям работы приборов. В свою очередь, геодезия при разработке и выборе методов измерений, проектировании и организации работ опирается на достижения геодезического приборостроения и геодезического инструментостроения [1,7].

Современный инженер-геодезист, инженер по землеустройству и кадастру, инженер-исследователь природных ресурсов Земли и Мирового

океана должен хорошо знать геодезические инструменты, чтобы уметь правильно их выбирать и успешно применять для данного вида и класса работ, устранять неисправности в случае необходимости и участвовать в разработке новых высокопроизводительных геодезических средств измерений.

Геодезический инструмент – это средство измерения физических величин для решения научных и прикладных задач геодезии. Геодезические инструменты по их главному назначению можно разделить на следующие основные группы: для измерения расстояния (мерные ленты, проволоки и дальнометры); для измерения углов (оптические и электронные теодолиты и тахеометры); для измерения превышений (оптические и цифровые нивелиры); для задания вертикального и наклонного направления (приборы вертикального проектирования ПВП и створофиксаторы (алиниометры));

В последние годы геодезические приборы (теодолиты, тахеометры, нивелиры) все шире стали использоваться в качестве контрольно-измерительных средств при выпуске, эксплуатации и испытаниях других технических средств и различных машиностроительных изделий. В этих случаях они аттестуются в установленном порядке как образцовые или рабочие средства измерений.

Основными требованиями к геодезическим инструментам являются:

- обеспечение заданной точности измерений;
- выполнение измерений с установленной для данного вида работ производительностью;
- надежность конструкции, обеспечивающая стабильность результатов измерений в различных условиях внешней среды;
- простота и удобство в обращении, малый вес;
- транспортабельность прибора в различных условиях, энергосемкость;
- ремонтпригодность конструкции, возможность восстановления прибора;
- поверяемость прибора на различных стадиях разработки, испытаний, установочной серии, эксплуатации, ремонте и хранении;
- эстетичность и эргономичность конструкции [1].

Геометрическое нивелирование – один из способов геодезических измерений, который всего лишь несколько лет назад достиг высокого уровня автоматизации. Несмотря на развитие автоматизации измерений путем вертикального перемещения фотоэлектрического детектора на рейке, подобные конструкции не имели должного успеха, т.к. процесс регистрации длился дольше, чем процесс измерения вручную опытными геодезистами.

Предшественником современного цифрового нивелирования можно считать профессора Цетше (1966) из Бонна, который разработал практически все основополагающие свойства современного нивелирования. Изображение специального образца реечного кода, определение и подбор масштаба кода в качестве функции дальности до рейки, функции оптического переноса изображения кода впервые были исследованы в его лаборатории.

Техническое обслуживание нивелиров. Техническое обслуживание нивелиров заключается в проведении профилактических работ, направленных на обеспечение их нормальной работы в процессе эксплуатации. Перед началом работы с новым прибором необходимо внимательно изучить приложенное к нему техническое описание или паспорт в котором дано краткое описание конструкции, особенностей эксплуатации, поверка и юстировка, правила хранения.

Нивелир следует содержать в исправном состоянии и при эксплуатации необходимо придерживаться следующих правил:

- оберегать нивелир от нагрева солнечными лучами и от осадков;
 - во избежание конденсации влаги, приводящей к загрязнению оптики, вносить нивелир с мороза в теплое помещение рекомендуется в футляре, и вынимать из футляра не ранее, чем через час;
 - при работе в холодную погоду после выноса из теплого помещения на мороз футляр можно открыть не ранее, чем через час во избежание появления недопустимых внутренних натяжений в оптических деталях или их повреждения;
 - соблюдать правила транспортирования и хранения: перевозить прибор нужно только в футляре, не бросать, предохранять от ударов [2].
- Возможные неисправности нивелиров и порядок их устранения. Проверка технического состояния позволяет своевременно выявить и устранить неисправности нивелира. Неисправности могут быть общими, присущими любому из рассматриваемых здесь нивелиров, и частными, которые могут встретиться у нивелира конкретной модели.

1. После включения питания лазерное излучение отсутствует. Вероятная причина – разрядилась аккумуляторная батарея. Зарядите аккумулятор с помощью зарядного устройства.

2. Аккумуляторная батарея заряжена, но излучение лазера отсутствует. Причина дефекта – окисление контактов источника питания. Зачистите контакты мелкой наждачной бумагой.

3. Тугое вращение головки нивелира. Необходима чистка и смазка подшипников оси нивелира в условиях мастерских.

4. Лазерное пятно сильно деформировано, не контрастное, расплывчато и рассеяно по площади даже на близком (2-3 м) расстоянии. Возможная причина – остаточный след жидкости на верхнем защитном стекле компенсатора после транспортирования в положении «на боку». Для устранения дефекта снимите нивелир со штатива, переверните 2-3 раза вверх подставкой и снова установите на штатив. Дефект исчезнет через 1-2 мин.

Организация ремонта нивелиров. Сервисные центры. Сохранение работоспособности нивелира в течение всего срока службы (6-8 лет) с обеспечением заданных метрологических характеристик, подтверждаемых периодическими поверками, возможно только при условии четкой организации ремонтной службы. Ремонтные службы, учитывая специфику ремонта, должны быть укомплектованы рабочими оптико-механиками высокой квалификации, способными с высокой степенью доверенности диагностировать неисправность изделия, определить оптимальный план устранения неисправности и устранить ее, отъюстировать прибор, провести его проверку в соответствии с требованиями технических условий. Немаловажным фактором быстрого и качественного ремонта является наличие необходимых запасных частей и специального оборудования [3].

Учитывая изложенное, наиболее целесообразными централизованными специализированными сервисными центрами являются сервисные мастерские, обеспечивающие полной комплектной ремонтной документацией, разработанной в соответствии с Министерством измерений и метрологии РК, техническими условиями, специальным диагностическим оборудованием, сборочной оснасткой, коллиматорами, приспособлениями и устройствами, обеспечивающими качественную сборку, юстировку и проверку ремонтируемых приборов. Ремонтная документация, технические условия и комплект конструкторской документации детально раскрывают конструкцию изделия, определяют технические требования к прибору и его отдельным узлам, методы контроля и создают условия для качественного ремонта – полного выполнения этих требований при ремонте и контроле.

После ремонта нивелир должен пройти обязательную первичную метрологическую поверку. Метрологическая поверка – как правило, совокупность ряда наблюдений и проверок, по итогам которой, эталон (прибор) признается годным к применению и допускается в эксплуатацию. В нашей республике, приборы данной категории проходят обязательную метрологическую поверку один раз в год, за исключением случаев, когда прибор сдают на ремонт, то есть когда он сломан.

Автоматизация, точность, условия эксплуатации и периодичность применения на производстве усовершенствованных цифровых нивелиров

в наше время, невольно заставляет нас задуматься о том, что не всегда указанная выше «обязательная поверка прибора один раз в год» обеспечивает инженерную структуру страны всегда соответствующими приборами. Ведь мало кто оспорит тот факт, что от прибора требуется та точность, которую требует конкретный проект и условия, а они как мы знаем в году могут требоваться множественными разами и видами.

В силу этого, нам стоит задуматься о по проектной, по периодичной, в зависимости от частности использования инструмента, обязательной метрологической поверке геодезических инструментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ямбаев, Х. К. Геодезическое инструментоведение: Учебник для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2011. – 583с.
- 2 Спиридонов, А. И. Основы геодезической метрологии. М.: Недра, 2003.
3. Нивелиры. Конструкция, сервис, ремонт, эксплуатация: Практическое пособие для вузов. – М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2010.-205с. – (Gaudeamus).

КазНУ им. аль-Фараби.
Материал поступил в редакцию 24.12.12.

Г. К. Садықова, Х. М. Қасымқанова
Геометриялық нивелирлудің сандық жүйелері геодезиялық аспаптану пәні ретінде
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ.
Материал баспаға 24.12.12 түсті.

G. K. Sadykova, H. M. Kasymkanova
Digital systems of geometric leveling as a subject of geodetic science about surveying instruments
al-Farabi Kazakh National University.

Нақты мақалада геодезияның аспаптану пәнінің бір саласы болып табылатын геометриялық нивелирлудің сандық жүйелерінің негізгі қалыптары, геодезиялық аспаптарға деген басты талаптар, нивелирлердің мүмкін деген күнделікті істен шығу жағдайлары мен оларды қалпына келтіру технологиялары қарастырылған. Мақала жоғары дәлдікті нивелирлудің бірден бір альфиярты болып саналатын геодезиялық аспаптарды жөндеуді ұйымдастыру, метрологиялық сервистік орталықтары, міндетті метрологиялық сертификациялау мәселелерін қозғайды. Мақала екі бөлімде жазылған.

This article describes the main provisions of digital systems of geometric leveling, as a matter of subject about surveying instruments, basic requirements for geodetic instruments, possible faults and leveling their remedies. The article deals with the question of the organization of repair of surveying instruments and the question of metrological service centers, the question of compulsory metrological certification of surveying instruments, which is a major prerequisite for the corresponding high-precision leveling. The article is written in two parts.

НАШИ АВТОРЫ

Абишев А. А.- Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Артамонов В. П.- Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Бакиров А. Г.- Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Бахтиярова Д. С. – магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Богомоллов А. В. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Варламова Л. А. - ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Данилов В. И. - научные руководители, профессор, доцент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Джахаев А. Е. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Ельмуратов Сембай Кайкенович - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Ельмуратова Анна Федоровна - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Ерманов Т. Н. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Жакупов А. Н. - ст. преподаватель, кафедра металлургия, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Искакова Д. А. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Каиров Олжас Калиевич - магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Какимов М. М. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Канаев А. Т. - д.т.н., профессор, Казахский агротехнический университет, имени С. Сейфуллина, г. Астана.

Канцедалова Татьяна Яковлевна – ст. преподаватель, кафедра металлургия, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Каракаев А. К. - д.т.н. РФ и РК, профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Касенов А. Ж. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Касымканова Х. М. - КазНУ имени аль-Фараби.

Коваль Ю. А. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Корниенко П. В. – профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Кулумбаев Н. К. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Лобачёв Ф. С. – студент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Масакбаева Софья Русланова - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Нургазинова А. О. - студент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Омарова Б. К. - магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Орынбеков Д. Р. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Переконная Е. Ю. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Райымжанова А. Н. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Сагындыкова Ж. М. - Павлодарский государственный

университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Садыкова Г. К. - КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы.

Саканова А. С. – магистрант, Казахский агротехнический университет, имени С. Сейфуллина, г. Астана.

Сатыбалдина Ляйля Сериковна – магистрант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана.

Сембаев Н. С. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Сержанов Раду Идаятович - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Токанов М. Д. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Тохтаров Ж. Х. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Уаханова Г. Б. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Хасенов Е. Т. - магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Ыксан Ж. М. - Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Фазылбекова Р. Э. – студент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в 1 экземпляре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с межстрочным интервалом 1,5, с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «MicrosoftOfficeWord(97, 2000, 2007, 2010)для WINDOWS».

2. Общий объем статьи, включая аннотацию, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать 8-10 страниц.

3. Статья должна сопровождаться рецензией доктора или кандидата наук для авторов, не имеющих ученой степени. Для статей, публикуемых в журнале «Вестник ПГУ» химико-биологической серии, требуется экспертное заключение.

4. Периодичность издания журналов – два раза в год (№1 – с января по июнь; №2 – с июля по декабрь)

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

1. УДК по таблицам универсальной десятичной классификации;

2. Инициалы и фамилия(-и) автора(-ов) – на казахском, русском

и английском языках, абзац по левому краю;

3. Название статьи – на казахском, русском и английском языках, заглавными буквами жирным шрифтом, абзац по левому краю;

4. Резюме на казахском, русском и английском языках: кегль – 10 пунктов, курсив, отступ слева – 3 см, интервал 1,0 (см. образец);

5. Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – TimesNewRoman (для русского, английского и немецкого языков), KZTimesNewRoman (для казахского языка).

6. Межстрочный интервал 1,5 (полуторный);

7. Список использованной литературы (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Статья и список литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

На отдельной странице

В бумажном и электронном вариантах приводятся:

– название статьи, сведения об авторе: Ф.И.О. полностью, ученая степень, ученое звание и место работы на казахском, русском и английском языках

(для публикации в разделе «Наши авторы» и «Содержание»);

– полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

1. Иллюстрации, перечень рисунков и подрисовочные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

2. М а т е м а т и ч е с к и е формулы должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

3. Автор просматривает и визирует грани статьи и несет ответственность за содержание статьи.

4. Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. Рукописи не возвращаются. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

5. Оплата за публикацию в научном журнале составляет 5000 (Пять тысяч) тенге.

6. Статью (бумажная, электронная версии, оригинал квитанции об оплате) следует направлять по адресу:

140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Издательство «Кереку», каб. 137.

Тел. 8(7182) 67-36-69, (внутр. 1147), факс: 8(7182) 67-37-05.

E-mail: kereky@mail.ru

Наши реквизиты:

РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН451800030073 БИН 990140004654	РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН451800030073 БИН 990140004654
АО «Цеснабанк» ИИК KZ57998FTB00 00003310 БИК TSEKZK A Кбе 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKZKX Кбе 16 Код 16 КНП 861

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

УДК 316:314.3

А. Б. ЕСИМОВА

**СЕМЕЙНО-РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ
КАК СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ
В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА**

В настоящей статье автор дает анализ отличительных особенностей репродуктивного поведения женщины сквозь призму семейно-родственных связей.

Одной из актуальных проблем современности является проблема демографическая. Еще в XX веке исследователи активно занимались поиском детерминант рождаемости, выявлением факторов, определяющих реализацию репродуктивных планов семей, индивидов.....

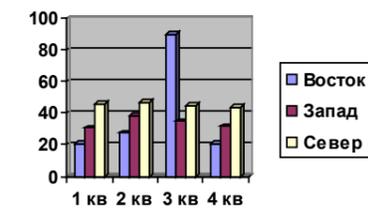
Продолжение текста публикуемого материала.

Пример оформления таблиц, рисунков, схем:

Таблица 1 – Суммарный коэффициент рождаемости отдельных национальностей

	СКР, 1999 г.	СКР, 1999 г.
Всего	1,80	2,22

Диаграмма 1 – Показатели репродуктивного поведения



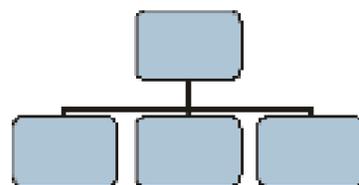


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Эльконин, Д. Б. Психология игры [Текст] : научное издание / Д. Б. Эльконин. – 2-е изд. – М. : Владос, 1999. – 360 с. – Библиогр. : С. 345–354. – Имен. указ. : С. 355–357. – ISBN 5-691-00256-2 (в пер.).

2 Фришман, И. Детский оздоровительный лагерь как воспитательная система [Текст] / И. Фришман // Народное образование. – 2006. – № 3. – С. 77–81.

3 Антология педагогической мысли Казахстана [Текст] : научное издание / сост. К. Б. Жарикбаев, сост. С. К. Калиев. – Алматы : Рауан, 1995. – 512 с. : ил. – ISBN 5625027587.

Место работы автора (-ов):

Международный Казахско-Турецкий университет имени Х.А. Яссави, г. Туркестан.

A. B. Yessimova

Отбасылық-туысты қатынастар репродуктивті мінез-құлықты жүзеге асырудағы әлеуметтік капитал ретінде

Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ.

A.B. Yessimova

The family-related networks as social capital for realization of reproductive behaviors

K. A. Yssawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.

Бұл мақалада автор Қазақстандағы әйелдердің отбасылық-туыстық қатынасы арқылы репродуктивті мінез-құлықты айырмашылықтарын талдайды.

In the given article the author analyzes distinctions of reproductive behavior of married women of Kazakhstan through the prism of the kinship networks.

Басуға 25.12.2012 ж. қол қойылды.

Форматы 297*420/2. Кітап-журнал қағазы.

Көлемі шартты 12,6 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген М.А. Абжанова

Корректорлар: Б.Б. Ракишева,

А.Р. Омарова, А. Елемесқызы

Тапсырыс № 2138

«КЕРЕКУ» баспасы

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereky@mail.ru