

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2022)

---

**ПАВЛОДАР**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**  
выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/TFZY8989>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,342**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**\*П. А. Таңжарықов<sup>1</sup>, Г. Б. Амангельдиева<sup>2</sup>, А. Ж. Тлеуберген<sup>3</sup>,  
А. Н. Байкожин<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті,  
Қазақстан Республикасы Қызылорда қ.

## **КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ӨНДІРІСІНДЕГІ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ**

*Қазақстанда шикізаттарды өндіру көлемі жыл өткен сайын қарқынды өсуде. Химико-технология саласының техникалық жүйелерін пайдаланудың сенімділік деңгейі өндірістің тиімділігін арттыру, өндірістік шығындарды азайтумен тікелей байланысты, мысалға энергетикалық ресурстарға және жөндеу, қалпына келтіру жұмыстарына және тағы да басқа жұмыстар. Ал бұл жұмыстар өнеркәсіп қондырғыларының техникалық жағдайына, яғни қондырғылар сенімділігі мен техникалық диагностика әдістемелерін арттыруға байланысты іс шараларды дұрыс жүргізуге байланысты болады.*

*Мұндай жағдайда химико-технология саласында қолданылатын әдістемелер мен техникалық жабдықтарды жетілдіруге арналған ғылыми жұмыстарды дайындау мәселелері туындайды. Өндірістік объектілердің сенімділігі мен қауіпсіздігін арттырудағы ғылымның ролі ерекше, сондықтан химико-технологиялық жүйелердегі апаттардың алдын алу өзекті мәселе болып табылады. Техникалық жүйелердің сенімділігін анықтау үшін бастапқы өлшемдердің физикалық мәнін – шығын, қысым, температура, электрлік өлшемдерді білу қажет. Химико-технологиялық қондырғылары жұмыстарының сенімділігін анықтаудың өзіне тән бірнеше қасиеттері бар. Үлкен кеңістікте орналасқан жұмыс орындары, ауыр табиғи жағдайлар, шарттары өзгеріп тұратын технологиялар, тұрақты жұмыс жасайтын қондырғыларды істен шығарады. Сол себепті сенімділік параметрлерін жорамалдау кезінде істен шығуды модельдеу үлкен роль атқарады.*

*Кілтті сөздер: күкірт қышқылы, айдау сораптары, химико-технологиялық агрегаттар, сенімділік, күкірт қышқылы өндірісі.*

### **Кіріспе**

Техникалық жүйелердің сенімділігін анықтау үшін бастапқы өлшемдердің физикалық мәнін – шығын, қысым, температура, электрлік өлшемдерді білу қажет. Сенімділіктің негізгі көрсеткіштеріне ұзақ жұмыс жасауы, істен шықпауы, жөндеуге қабілеттілігі және сақталуы жатады [1].

Қазіргі уақытта, еңбек жағдайларын оңтайландыру және кәсіпорын объектілерінің дамуын болжау үшін, шикізат өндіру мен тасымалдау процестерін модельдеу үшін дамыған математикалық әдістер бар. Сондықтан жұмыстың

мақсаты химико-технологиялық жүйелердің жұмыс жасау мүмкіншілігін бағалау әдістемесінің жаңа элементтерін дайындау болып табылады. Қазіргі кезде қондырғылардың сенімділігін анықтау үшін статистикалық әдістер кеңінен пайдаланылады. Қондырғының жұмыс міндетіне қарай және конструкцияның пайдалануына және ерекшелігіне сай сенімділік (С) бірнеше қасиеттерге ие: Істен шықпаушылық (ІШ), ұзақ жұмыс істеу (ҰЖІ), жөндеуге қабілеттілік (ЖҚ), тұрақтылық (Т), яғни

$$C=f(ІШ,ҰЖІ,ЖҚ,Т) \quad (1)$$

Статистикалық модельдеудің негізгі есептеріне кездейсоқ сандардың заңдылықтары мен параметрлерінің таралуы жатады, мысалға бөлшектер мен жүйенің істен шықпай жұмыс жасауы, істен шығу ағыны, жөндеуге сұраныстар және тағы басқа болып табылады. Істен шығу туралы статистикалық материалдарды өңдеу негізінде, [2,3] жұмыстың авторлары қондырғылардың түрі мен жұмыс жасау шартына сәйкес істен шықпай жұмыс жасауының мүмкін заңдылықтарының таралуын анықтады. Мұндай алынған статистикалық заңдылықтар, жүйелерді игеруде пайдалану сенімділігін арттыру үшін, қондырғылардың қалған жұмыс жасау мүмкіншілігін жорамалдауға, қондырғыларды алдын ала жөндеуге және басқа да техникалық ұйымдастыру іс шараларын жүргізуге мүмкіншілік береді. [4] Жұмыста химия саласындағы өндірісте жобалық жоспарларын тек 70% орындағандары туралы мәліметтер келтірілген. Мұндай жағдайдың негізгі себептері өндірістің кенеттен жоспарсыз тоқтап қалуы болып табылады.

Сенімділік теориясының ықтималдық сипаты-техникалық объект өзінің нормативті қызмет жасау уақытының көп бөлімінде дұрыс жұмыс жасау кезеңінде болады да, істен шықпау уақыты кездейсоқ оқиға болады.

Мұнан басқа шаршау мен қартаю кезеңінде әрбір объектінің істен шығу уақытын болжауға болады, яғни ол кездейсоқ жағдай емес, ал заңды сипаты бар, бірақ та дәл істен шығу уақытын айта алмағандықтан, ол да кездейсоқ сан болып есептеледі [5].

Оқиғаның ықтималдығы деп орындалатын оқиғаның, барлық мүмкін оқиға санына бөлгенге тең мәнді айтамыз.

$$P = N_1/N \quad (2)$$

Мұнда  $N_1$  – жайлы оқиғалар саны;  $N$  – барлық оқиғалар саны.

Ақиқат оқиғалардың санының ықтималдығы тең 1, болмайтын оқиғаның ықтималдығы тең 0. Сондықтан кез келген кездейсоқ оқиғаның ықтималдығы 0 мен 1 аралығында болады. Жүйенің жалпы сенімділігі, жүйе құрамындағы элементтердің сенімділігінен және олардың жүйеге қосылу әдісіне байланысты болады. Сонымен негізгі мақсат–жеке элементтердің сенімділігін анықтап, сол арқылы бүкіл жүйенің көрсеткіштерін анықтау. Элементтер байланысының екі түрі бар [5–6] : тізбектей және параллельді. Тізбектей байланыста жүйенің бір элементінің істен шығуы бүкіл жүйенің істен шығуына әкеледі. Егер  $n$  элементтен тұратын жүйенің әрбір элементінің істен шықпай жұмыс жасауы тәуелсіз оқиға болса, онда бүкіл жүйенің істен шықпай жасау ықтималдығы тең:

$$P_c(t) = P_1(t) P_2(t) \dots * P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \quad (3)$$

Егер  $n$  элементтен тұратын жүйенің әрбір элементінің істен шықпай жұмыс жасауы тәуелсіз оқиға болса, және бүкіл жүйенің параллель қосылған элементтерінің сенімділігі бірдей болса, онда оның ықтималдығы тең:

$$P_c(t) = 1 - [1 - P(t)]^n \quad (4)$$

Еселік коэффициенті  $K$  тең:

$$K = (m - r) / r \quad (5)$$

мұнда,  $m$  – жүйедегі элементтердің жалпы саны;

$r$  – қалыпты жұмыс жасау үшін қажет элементтер саны.

Сонымен, жеңілдетілген резервтің сенімділігі толық жүктелген резервтің сенімділігінен артық болса, толық жүктелмегендікі жеңілдетілгенге қарағанда жоғары болады [7–8]. Артық заттарды енгізген кезде қажетті сенімділікті алу үшін қанша резервтік элементтер қажет деген сұрақ туады. Толық жүктелген резервтер үшін, бұл есепті бірдей элементтердің параллель байланысы өрнегі көмегімен шешеміз:

$$P_c(t) = 1 - [1 - P_3(t)]^X \quad (6)$$

мұнда,  $X$  – элементтердің қажетті саны;

$P_c(t)$  – жүйенің сенімділік мәні;

$P_3(t)$  – элементтердің сенімділігі.

Сонымен:

$X = \ln[1 - P_c(t)] / \ln[1 - P_3(t)]$ , (6)  $X$  тің дөңгелектеген бүтін мәнін алу керек. Кездейсоқ мәндердің таралуының аналитикалық өрнегін жасау өте қиын, сондықтан жобалау кезінде пайдалануға бұл әдістер барлық уақытта жарай бермейді. Негізінде кездейсоқ мәндердің таралу заңдылығы белгілі болса, зерттеп отырған объектінің істен шықпай жұмыс жасауының ықтималдығын анықтауды математикалық түрде көрсету аса қиын емес. Бұл жағдайда:

$$P(X_{min} < X < X_{max}) = R = \int_{X_{min}}^{X_{max}} f(X) dx \quad (7)$$

мұнда,  $R$  – сенімділік, яғни белгілі бір  $X_{min} > X_{max}$  аралығында  $X$  кездейсоқ санын анықтау ықтималдығы, яғни, сенімділікті есептеу бір  $X$  немесе бірнеше  $X_1, X_2, \dots, X_n$  кездейсоқ сандарының теориялық үздіксіз және дискретті ықтималдығының тығыздығын анықтау керек. Есептеу үшін  $f(X)$  таралуын анықтау керек.

Химико-технологиялық процестерді модельдеу және оптимизациялау туралы жұмыстарда екі кезенді атап көрсетуге болады. Бастапқыда олар схеманың жеке аппараттарына байланысты дамиды (реакторлар, ректификациялық колонналар және т.б.). Бірақта, химиялық технологияның процестері бір-бірімен байланысып өз ара әсерлесетін аппараттардан және үдерістерден тұрады. Басқа аппараттармен байланысын ескермей, бір ғана аппаратты оптимизациялау, процесті тиімді режимге әкелмеуі мүмкін.

#### Материалдар мен әдістер:

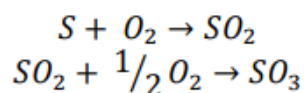
А. Н. Байкожинның [9] жұмыстарында математикалық әдістермен технологиялық процестің оптимальды режимін есептеуге арналған. Бұл ғылыми еңбектерде әрбір негізгі кезеңнің, жұмыстағы химиялық реакторлармен қоса жобадағыларының да статистикалық, квазистатикалық және динамикалық

оптимизациялау сипаттамалары берілген. Бұл жұмыстарда екі оптимизациялау әдісі – объектіні іздеу және математикалық модель арқылы оптимизациялау әдісі берілген. Есептеу мысалы ретінде, «Қазатөменөркәсіп» АҚ Қызылорда облысы, Жанақорған ауданындағы күкірт қышқылын шығаратын зауыт алынды. Қазақстан Республикасында күкірт қышқылын өндіретін бірден бір кәсіпорын «СКЗ-У» ЖШС болып саналады. Бұл мекеме «Казатомпром АҚ уран өндіру өндірісінің бірегейі болып есептеледі. «СКЗ-У» ЖШС құрамына күкірт қышқылы цехы, энергокомплекс, көмекші бөлімдер, күн электростанциясы кіреді. Күкірт қышқылын алу процесінің технологиялық операциялары төмендегідей сатылардан тұрады (Сурет 1) [10]:

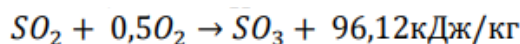
- күкіртті газдарды шаң мен зиянды қоспалардан жуу және тазарту;
- газдарды кептіру;
- күкіртті ангидридтің күкірт ангидридіне тотығыуы;
- күкірт ангидридінің сіңірілуі;
- күкірт қышқылын қоймалау және экспедициялау.

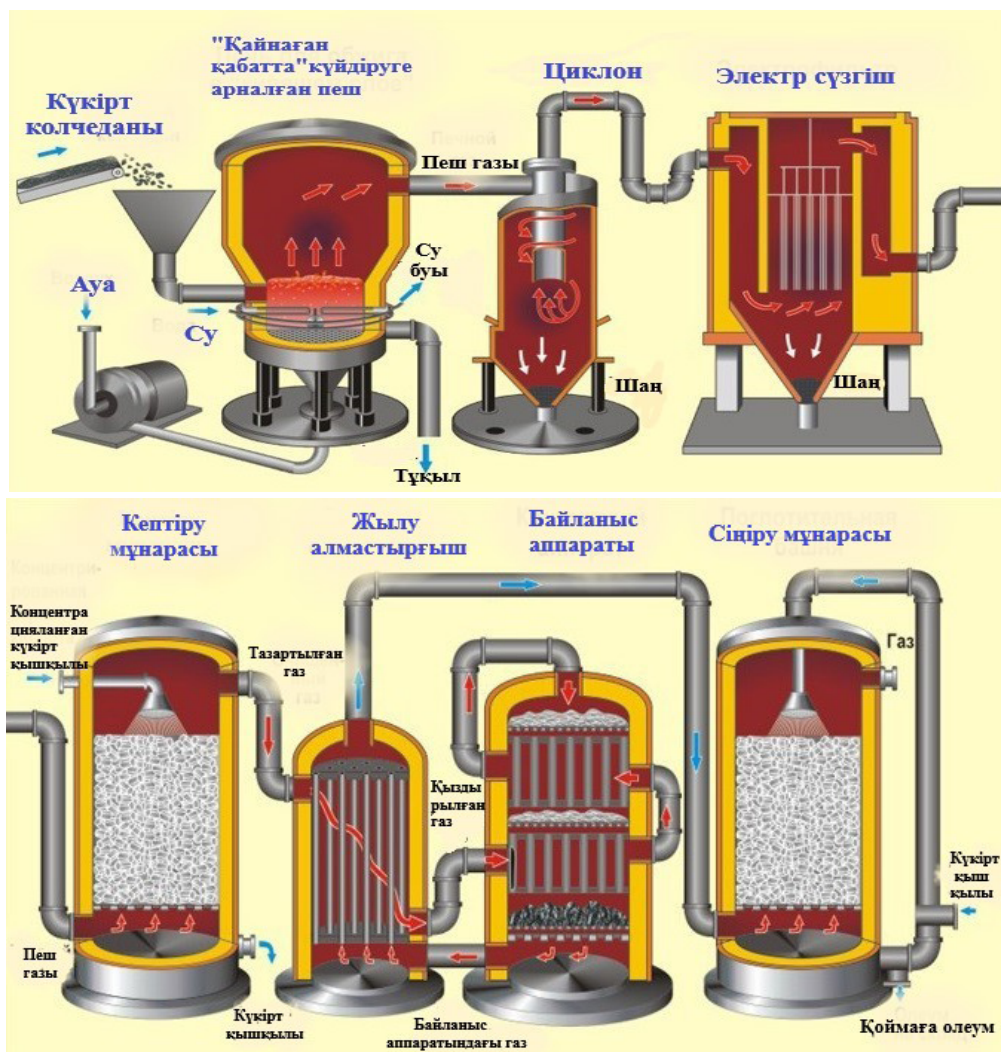
Осы күкірт қышқылын өндіру үшін қондырғы-бірқатарлы қос түрлендіру, қос абсорбациялау (DCDA) Monsanto Enviro-Chem (MECS) бір мезгілде жоғары қысымдағы қыздырылған бу өндіретін қондырғыны білдіреді. Есепті өнімділік 1500 мтд (100 %  $H_2SO_4$ ) тәулігіне 24 сағат. Жұмыс өнімділігі 50–110 % есептіден болу мүмкін. Температурасы  $40^\circ C$  градус кездегі 93-98 % концентрациясымен өндірілетін қышқыл өнімі, сұйық және түссіз. Қондырғы  $400^\circ C$  температурадағы және жоғарғы қысымдығы 43 бар (атм) қыздырылған бу өндіреді. Есепті өнімділігі 80 000 кг/сағ. Процесс 99,7 % тиімділігімен күкірттің қос тотығын, күкірт қышқылына түрлендіруге мүмкіндік береді.

Технологиялық процестің негізгі қадамдары-күкірттің қос тотығын ( $SO_2$ ) алу үшін, ауа ортасында күкіртті (S) жағу, күкірт үшөксиді пайда болу ( $SO_3$ ) үшін, күкірттің қос тотығын оттегімен ( $O_2$ ) қосу және күкірт қышқылы бар ( $H_2SO_4$ ) ерітінді алу үшін оны сумен  $H_2O$  қосу болып табылады (2-сурет). Бұл кезде келесі химиялық реакция өтеді:



$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$  Сыртқы жағынан тотықтыру құралы қоршаған ортаға жылу шығынын азайту үшін минералды жүн төсеніштері мен алюминий парақтарымен оқшауланған. Күкірт диоксидінің ( $SO_2$ ) триоксидке ( $SO_3$ ) тотығыуы реакция бойынша ванадий катализаторының қатысуымен жүреді:





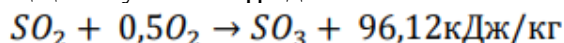
Сурет 1 – Күкірт қышқылын өндіру схемасы



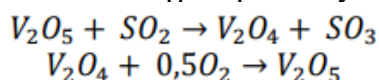
Сурет 2 – Күкірт қышқылын өндіру технологиясының блок-схемасы



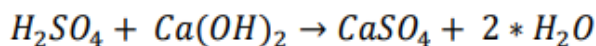
Сыртқы жағынан, тотықтыру құралы қоршаған ортаға жылу шығынын азайту үшін минералды жүн төсеніштері мен алюминий пластиналармен оқшауланған. Күкірт диоксидінің (SO<sub>2</sub>) триоксидке (SO<sub>3</sub>) тотығыуы реакция бойынша ванадий катализаторының қатысуымен жүреді:



Ванадийдің байланыс массаларының белсенді компоненті – ванадий пентооксиді V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> болып табылады. Таза ванадий пентооксиді әлсіз каталитикалық белсенділікке ие, бірақ сілтілі металдардың қатысуымен күрт артады. Тотығу реакциясының механизмі келесі түрде ұсынылуы мүмкін:



Шикі зат қышқылдығын 503V2 жүктегіш және шнек конвейер 500SR1 көмегімен қажетті көлемінде Ca(OH)<sub>2</sub> қосу есебімен бейтараптанады. Күкірт қышқылы қалдығын бейтараптандыру келесі сұйық фазада өтетін реакция жүреді:



Бейтараптандырудан кейін натрий сульфаты пайда болады, оны сүзу жолымен жояды. Пайдаланылатын материал көлемі стехиометрикалықтан екі есе асуы тиіс. Сондықтан бастапқы күкірт берудің жылдамдығы есебімен FS (кг/сағ) оның қышқылдығы (m H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (кг/кг барлығы) ) кезінде, кальций гидрототығы шығынын құрауы тиіс:

$$F_{Ca(OH)_2} = 2 * \left( \frac{PM_{Ca(OH)_2}}{PM_{H_2SO_4}} \right) * F_s \left( \frac{kg}{h} \right) * m_{H_2SO_4}$$

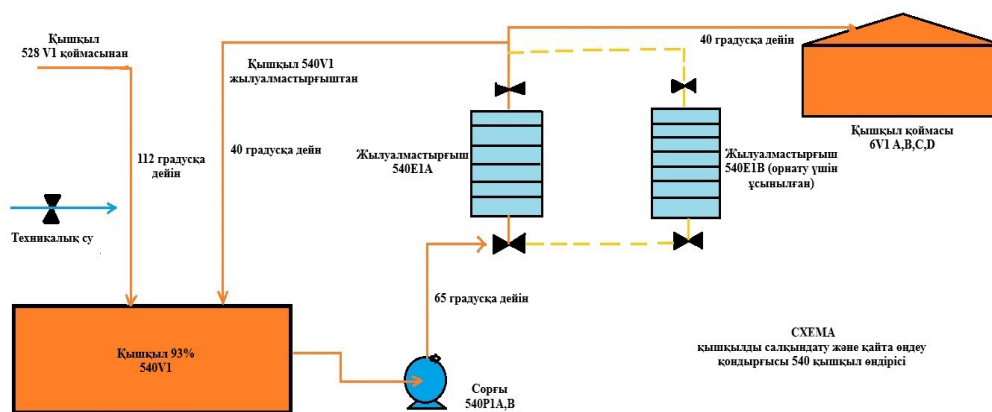
Онда,  $PM_{Ca(OH)_2} = 74,1 \text{кг/кмоль}$ ,  $PM_{H_2SO_4} = 98,1$  пайдаланылатын химикаттың молекулярлық салмағы.

### Нәтижелер және талқылау

Мақалада ALFA LAVAL пластиналық жылу алмастырғышымен қышқыл өндірісінің 540 блогының қышқылын салқындату қарастырылған. Бұл жағдайда параллель режимде жұмыс істеу үшін ұқсас жылу алмастырғышты сатып ала отырып, салқындатудың технологиялық схемасын өзгертіп, түйінді қайта құру және кеңейту қарастырылады. Схеманың өзгеруі екі жылу алмастырғыштың сұйықтықтарының (қышқылдың, градирнядағы судың) кіруі мен шығуының өзара алмасуынан тұрады. Ұсыныс зауытты ұзақ уақытқа тоқтатпай химиялық тазалауға арналған жылу алмастырғыштардың тізбектерін кезек-кезек шығаруға және жөндеу кезінде сұйықтықтардың кері ағынымен қосымша механикалық тазарту үшін оларды ауыстыруға мүмкіндік береді (3-сурет). Ұсыныс 540-блокқа температуралық жүктемені 10–15 градусқа төмендету есебінен тәулігіне қосымша 50 тонна қышқыл өндіруге, 540-блок құбырларының, А,В,С,Д сақтау қоймаларының, АПБ-ға қышқыл өткізгіштің, 540-сораптардың және АПБ-ға қышқыл айдау құбырларының коррозия қарқынын төмендетуге мүмкіндік



береді. Ұсыныс тұтастай алғанда 540 түйінге температуралық жүктемені азайтуға бағытталған, өйткені технологиялық регламенттің бұзылуы 540 сорғылары мен сорғыштағы құбырлардың істен шығуына әкелді, бұл төтенше жағдай мен қышқылдың төгілуін тудырады. Сорғылардың айналым жүйесіндегі қышқылдың температурасы жазда 90 градус Цельсийге дейін, (норма 65 градус) және өндірістік қышқыл 45 градусқа дейін (норма 40 градус) жетеді. Яғни бұл зауытты жиі тоқтатып, құбырларды ауыстырып, зауыттың өнімділігін төмендетуге тура келді. Статистикаға сүйене келсек жаздың ыстық кезеңінде (маусым, шілде, тамыз) жабдықтың температуралық ауытқуларға ең жоғары сезімталдығы байқалады. 2018 жылдың жазында 92 жұмыс күнінде 114 804 тонна қышқыл өндірілді, тәулігіне орташа өнімділік 1248 тонна. 2019 жылдың жазы, 74 жұмыс күні мамыр – маусым айларында зауытты жөндеуге байланысты, 113 633 тонна қышқыл өндірілді, тәулігіне орташа өнімділік 1535 тонна. 2019 жылдың жазы, 57 жұмыс күні, зауыттың шілде-тамыз айларында жөндеуге байланысты және қоймаларда авариялық деңгейлерге байланысты жөндеу алдындағы апта ескерілмегенде, 87 396 тонна қышқыл өндірілді, тәулігіне орташа өнімділік 1533 тонна. Жазғы уақытта тәулігіне 286 тоннаға өнімділіктің артуы күмән тудырады. Егер жөндеуді ескере отырып, жаздың жұмыс күндерінің саны 60 болса, онда зауыт өнімділігі  $286 \times 60 = 17100$  тоннаға жалпы өсуі ықтимал. Зауыттың өнімділігіне басқа да факторлар әсер еткендіктен, күкірт жүктемесін есептеуге болады. Жобалық өнімділігі сағатына 20,5 тонна күкірт (тәулігіне 1640 тонна қышқыл) болған кезде, ыстық ауа райында тәулігіне өнімділігі 80–120 тонна қышқылға немесе орта есеппен 100 тоннаға төмендетіледі. Түнге қарай өнімділікті арттырғандықтан, 0,5 коэффициенті қажет, яғни тәулігіне 50 тонна нақты өсім. Жаз бойы 60 күн (жазғы кезеңде жоспарлы жөндеу 30 күн) тек ұсыныс есебінен 3000 тонна қышқылға өсім береді.



Сурет 3 – Өндірістің 540 блогындағы қышқылдарды салқындату схемасы

Сораптардың, 540 түйіннің құбырларының және қышқыл қоймаларының қызмет ету мерзімінің ұлғаюын ескермейміз, өйткені олар қышқыл өндірісінің тиімділігінен айтарлықтай төмен. Сондай-ақ, 2 жылу алмастырғыштың болуы

зауытты тоқтаусыз жууға, оларды бір аптаға пайдалану схемасынан алып, кезекпен тазартуға мүмкіндік береді (Кесте-1). Қышқыл мен салқындатқыш суды беру схемасы жөндеу кезінде жылу алмастырғыштардың құйылуы оларды өзін-өзі тазартуға мүмкіндік береді, өйткені сұйықтық ағындары бағытты керісінше өзгертеді. Қорытындылай келе күтілетін экономикалық тұрғыдан 2 еседей пайда болады және уақыт шығынын едәуір азайтамыз. Пайдаланудың бірінші жылындағы ұсыныстың экономикалық тиімділігі шамамен есептеледі:

$3\ 000 \times 21\ 000 - 25\ 000\ 000 - 1\ 000\ 000 = 37\ 000\ 000$  теңге

3000 тонна қышқылдың өзіндік құны:  $7\ 800 \times 3\ 000 = 23\ 400\ 000$  теңге

Экономикалық тиімділік

Бірінші жылы :  $37\ 000\ 000 - 23\ 400\ 000 = 13\ 600\ 000$  теңге

Екінші жылға  $3\ 000 \times 21\ 000 - 3000 \times 7\ 800 = 39\ 600\ 000$  теңге

Мұндағы 21000 теңге тонна қышқылдың орташа құны

25 000 000 - ALFA LAVAL жылу алмастырғышының құны

1 000 000 – жабдықты монтаждауға арналған шығындар

1-кестені сараптай келе төмендегідей мәселерді байқауға болады.

1 Қайнау қабатындағы күкірт колчеданының қайнау температурасы  $1100 \pm 10^\circ\text{C}$ , егер осы температура  $1100^\circ\text{C}$  тан асып кетсе шикізаттың жанып кетіп, авариялық ситуацияға әкеліп жүйенің ұзақ уақыт тұрып қалуына әкелуі мүмкін. Егер температура  $1080^\circ\text{C}$  болса күкірт диоксиді бөлінуінің жылдамдығы азая бастап, қыздыру газындағы концентрациясы төмендей бастап, тотығу бөлімінің жұмысына әсерін тигізеді (Кесте 1).

2 Тотығу бөліміне кірер алдындағы күкірттің құрамы, қыздыру бөлімінің жұмысының сапасына үлкен әсер етеді.

3 Тотығу аппараты катализаторының I-V-қабатындағы температурасы біріншіден активті заттардың деструкциясы әсерінен, катализатордың бұзылуына байланысты болса, екіншіден катализатордың жану температурасына байланысты болады.

Кесте1 – Берілген параметрлердің мәндері

№	Атауы	Өлшемі	Мәні	норма
1	Пештегі қайнаған қабаттың температурасы	°C	1100	+ - 10
2	Күкірт диоксидінің тотығу бөліміндегі мөлшері	%	10,5	+ - 0,25
3	Тотығу аппаратының I-қабатындағы газдың температурасы	°C	620	+ - 2,5
4	Тотығу аппаратының II-қабатындағы газдың температурасы	°C	520	+ - 2,5

5	Тотығу аппаратының III-қабатындағы газдың температурасы	0С	470	+ - 2
6	Тотығу аппаратының IV-қабатындағы газдың температурасы	0С	460	+ - 2,5
8	Абсорбцияның екінші баспалдағынан кейінгі газдағы күкірт триоксидінің массалық үлесі	үлесі	0,012	+0,0035
9	Абсорбцияның екінші баспалдағынан кейінгі газдағы күкірт диоксидінің массалық үлесі	үлесі	0,069	+0,0053

4 Абсорбцияның екінші сатысынан кейінгі газдағы күкірттің диоксиді мен триоксидінің массалық үлесі тотығу мен абсорбция бөлімдерінің жұмысының сапасына үлкен әсерін тигізеді. Шикізаттың қажетті өнімге айналуын айқындайды, яғни бүкіл жүйенің жұмысын анықтайды.

#### Қорытынды

- компьютерлік бағдарламалар арқылы қондырғылар мен жабдықтардың сенімділік деңгейін арттыру;

- жүйелердің өнімділігінің жиі өзгеруіне байланысты жабдықтар сенімділігі мен техникалық жай-күйін диагностикалау әдістерін ескеру;

- ALFA LAVAL пластиналық жылу алмастырғышын (қышқыл өндірісінің 540 блогының қышқылын салқындату) параллель режимде жұмыс істеу үшін ұқсас жылу алмастырғышты пайдаланып, салқындатудың технологиялық схемасын өзгертіп, түйінді қайта құру және кеңейту идеясы ұсынылды;

- Катализаторды алмастыру кезіндегі конвертордың қалпақшасын ауыстырудың тиімді (материалдық шығын, уақыт) әдісі ұсынылды.

- Экономикалық тиімділік бірінші жылы 13 600 000 теңге болса, екінші жылға 39 600 000 теңге болмақ.

#### ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: Учебник. Александровская Л. Н., Афанасьев А. П., Лисов А. А. – М. : Логос, 2001. – 208 с.

2 Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации / Северцев Н. А. М. : Юрайт, 2019. – 435 с.

3 Программно-информационное обеспечение расчетов показателей разработки нефтегазовых месторождений с горизонтальными скважинами. / Кучумов Р. Я., Кучумов Р. Р. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 252 с.

4 Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. – М. : Либроком, 2013. – 584 с.

5 ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

6 **В. А. Матвеев, Д. В. Майоров, Ю. О. Веляев, В. И. Захаров.** Сернокислотные способы комплексной переработки нефелинсодержащего сырья. – Апатиты : КНЦ РАН, 2017. – 155 с.

7 **Тареева О. А.** Разработка сернокислотной технологии извлечения редкоземельных металлов из фосфополугидрата. – Апатиты: КНЦ РАН, 2012. – 157 с.

8 ГОСТ 27.502-2013. Надежность изделий машиностроения. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений.

9 **А. Н. Байкожин.** Күкірт қышқылын игеру және пайдалану кезінде қолданылатын айдау сораптарының сенімділігін зерттеу. Техникалық ғылымдар магистрының диссертациясы. Қызылорда : Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті. 2021. – 100 с.

10 Технологический регламент завода ТОО «СКЗ-У», утвержденный 25 декабря 2018 г. – 113 с.

#### REFERENCES

1 Sovremennye metody obespecheniya bezotkaznosti slozhnyh tekhnicheskikh sistem : Uchebnik. Aleksandrovskaya L. N., Afanas'ev A. P., Lisov A. A. – Moscow : Logos, 2001. – 208 P.

2 Teoriya nadezhnosti slozhnyh sistem v otrabotke i ekspluatatsii / Severcev N. A. Moscow : Yurajt, 2019. – 435 P.

3 Programmno-informacionnoe obespechenie raschetov pokazatelej razrabotki neftegazovyh mestorozhdenij s gorizontaľnyimi skvazhinami / Kuchumov R, Ya., Kuchumov R. R. – Tyumen' : TyumGNGU, 2011. – 252 p.

4 Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti. / B. V. Gnedenko, Yu. K. Belyaev, A. D. Solov'ev. – Moscow : Librokom, 2013. – 584 p.

5 GOST 27.002-2015. Nadezhnost' v tekhnike. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya.

6 **V. A. Matveev, D. V. Majorov, YU. O. Velyaev, V. I. Zaharov.** Sernokislotnye sposoby kompleksnoj pererabotki nefelinsoderzhashchego syr'ya . – Apatity : KNC RAN, 2017. – 155 p.

7 **Tareeva O. A.** Razrabotka sernokislotnoj tekhnologii izvlecheniya redkozemel'nyh metallov iz fosfopolugidrata.– Apatity : KNC RAN, 2012. – 157 p.

8 GOST 27.502-2013. Nadezhnost' izdelij mashinostroeniya. Sistema sbora i obrabotki informacii. Planirovanie nablyudenij.

9 **A. N. Bajkozhin.** Күкірт қышқылын игеру және пайдалану кезінде қолданылатын айдау сораптарының сенімділігін зерттеу. Техникалық ғылымдар магистрының диссертациясы. Қызылорда, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті. 2021. – 100 p.

10 Tekhnologicheskij reglament zavoda ТОО «SKZ-U», utverzhdennyj 25 dekabrya 2018 g. –113 p.

Материал поступил в редакцию 17.03.22.

**\*П. А. Танжариков<sup>1</sup>, Г. Б. Амангельдиева<sup>2</sup>, А. Ж. Тлеуберген<sup>3</sup>, А. Н. Байкожин<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Қызлординский университет имени Коркыт Ата,

Республика Казахстан, г. Кызылорда.

Материал поступил в редакцию 17.03.22.

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ**

*Объемы производства сырья в Казахстане с каждым годом стремительно растут. Уровень надежности эксплуатации технических систем Химико-технологической отрасли напрямую связаны с повышением эффективности производства, снижением производственных затрат, например, на энергетические ресурсы и ремонтно-восстановительные работы и другие работы. А эти работы будут зависеть от правильного проведения мероприятий, связанных с техническим состоянием промышленных установок, то есть повышением надежности установок и методик технической диагностики.*

*В этих условиях возникают вопросы подготовки научных работ по совершенствованию методик и технического оборудования, применяемых в области химико-технологий. Роль науки в повышении надежности и безопасности производственных объектов особая, поэтому профилактика аварий в химико-технологических системах является актуальной проблемой. Для определения надежности технических систем необходимо знать физические значения исходных параметров – расхода, давления, температуры, электрических параметров. Определение надежности работы Химико-технологических установок имеет несколько характерных свойств. Рабочие места, расположенные на больших пространствах, тяжелые природные условия, технологии с изменяющимися условиями, выводят из строя постоянно действующие установки. Поэтому при прогнозировании параметров надежности большую роль играет моделирование отказов.*

*Ключевые слова: серная кислота, нагнетательные насосы, химико-технологические установки, надежность, производство серной кислоты.*

**\*P. A. Tanzharikov<sup>1</sup>, G. B. Amangeldieva<sup>2</sup>, A. J. Tleubergen<sup>3</sup>, A. N. Baikozhin<sup>4</sup>**

Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan, Kyzylorda.

Material received on 17.03.22.

---

---

## IMPROVING THE RELIABILITY OF TECHNICAL SYSTEMS FOR THE PRODUCTION OF SULFURIC ACID

*Production of raw materials in Kazakhstan is growing rapidly every year. The level of reliability of operation of technical systems of the Chemical and technological industry is directly related to increasing production efficiency, reducing production costs, for example, for energy resources and repair and restoration work and other work. And these works will depend on the correct implementation of measures related to the technical condition of industrial installations, that is, increasing the reliability of installations and technical diagnostic techniques.*

*In these conditions, questions arise about the preparation of scientific papers on the improvement of methods and technical equipment used in the field of chemical technologies. The role of science in improving the reliability and safety of production facilities is special, therefore, the prevention of accidents in chemical and technological systems is an urgent problem. To determine the reliability of technical systems, it is necessary to know the physical values of the initial parameters - flow, pressure, temperature, electrical parameters. The determination of the reliability of the operation of Chemical processing plants has several characteristic properties. Workplaces located in large spaces, difficult natural conditions, technologies with changing conditions, disable permanently operating installations. Therefore, failure modeling plays an important role in predicting reliability parameters.*

*Keywords: sulfuric acid, injection pumps, chemical-technological units, reliability, sulfuric acid production.*



Теруге 17.03.22 ж. жіберілді. Басуға 27.03.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

15 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,5. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3952

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>