

ӨОЖ 622.69:621.65; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-4.04>

<https://orcid.org/0000-0002-3918-288X>

<https://orcid.org/0000-0002-8761-3429>

<https://orcid.org/0000-0001-6168-2787>

<https://orcid.org/0000-0001-6168-2787>

## МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН АЙДАУҒА АРНАЛҒАН СОРҒЫ АГРЕГАТТАРЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ



**Л.Б. САҒАТОВА<sup>1\*</sup>**,  
«Машиналар мен жабдықтардың  
цифрлық инженериясы»  
БББ постдокторанты,  
«Көлік инженериясы»  
бағыты бойынша аға  
оқытушысы,  
*l.sagatova@satbayev.university*



**С.А. БОРТЕБАЕВ<sup>1</sup>**,  
т.ғ.к., «Технологиялық  
машиналар және  
жабдықтар» кафедрасының  
қауымдастырылған профессоры,  
*s.bortebayev@satbayev.university*



**К.К. ЕЛЕМЕСОВ<sup>1</sup>**,  
т.ғ.к., «Технологиялық  
машиналар және жабдықтар»  
кафедрасының профессоры,  
*k.yelemessov@satbayev.university*



**А.Д. КОЛЬГА<sup>2</sup>**,  
т.ғ.д., «Металдар технологиясы  
және машиналарды жөндеу»  
кафедрасының профессоры,  
*kad-55@yandex.ru*

<sup>1</sup>«SATBAYEV UNIVERSITY»,  
Қазақстан Республикасы, 050013, Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22а

<sup>2</sup>«ОРАЛ МЕМЛЕКЕТТІК АГРАРЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»,  
Ресей Федерациясы, 620075, Екатеринбург қ., Карл Либкнехт көшесі, 42

Бұл мақалада мұнай өнімдерін айдау үшін қолданылатын КМ типті орталықтан тепкіш сорғы агрегаттарының мысалында оның сенімділігін есептеу әдістемесін жетілдіру арқылы сорғы агрегаттарын пайдалану тиімділігін арттыру мәселелері қарастырылады. Ұсынылған мониторинг жүйесі діріл, температура және қысым датчиктері қосылған өлшеу арналарының жеткілікті саны арқылы бақыланатын орталықтан тепкіш сорғы қондырғылары туралы деректерді алуға мүмкіндік береді. Бақыланатын параметрлерді визуализациялауға болады, яғни. өзгерістерді графикалық түрде әр түрлі уақыт аралықтарында ұсынуға болады. Ұсынылған мониторинг жүйесі датчиктердің көрсеткіштері бойынша орталықтан тепкіш сорғы қондырғысының ақаулығын жою бойынша ұсыныстар береді.

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** мұнай өнімдерін тасымалдау, орталықтан тепкіш сорғы агрегаты, жабдықтың сенімділігі, мониторинг жүйесі, техникалық жай-күйі, дірілді бақылау, диагностикалық параметрлері.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Л.Б. САҒАТОВА**<sup>1\*</sup>, постдокторант ОП «Цифровая инженерия машин и оборудования», старший преподаватель по направлению «Транспортная инженерия»,  
[l.sagatova@satbayev.university](mailto:l.sagatova@satbayev.university)

**С.А. БОРТЕБАЕВ**<sup>1</sup>, к.т.н., Ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», [s.bortebayev@satbayev.university](mailto:s.bortebayev@satbayev.university)

**К.К. ЕЛЕМЕСОВ**<sup>1</sup>, к.т.н., профессор кафедры «Технологические машины и оборудование»,  
[k.yelemessov@satbayev.university](mailto:k.yelemessov@satbayev.university)

**А.Д. КОЛЬГА**<sup>2</sup>, д.т.н., профессор кафедры «Технология металлов и ремонт машин»,  
[kad-55@yandex.ru](mailto:kad-55@yandex.ru)

<sup>1</sup>«SATBAYEV UNIVERSITY»,  
Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22а

<sup>2</sup>«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
Российская Федерация, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42

Рассматриваются вопросы повышения эффективности эксплуатации насосных агрегатов за счет совершенствования методики расчета его надежности на примере центробежных насосных агрегатов типа КМ, используемых для перекачки нефтепродуктов. Предлагаемая система мониторинга позволяет получать данные о контролируемых центробежных насосных агрегатах с помощью достаточного числа измерительных каналов, к которым подключаются датчики вибрации, температуры и давления. Контролируемые параметры можно визуализировать, т.е. можно представить изменения за различные временные интервалы в графическом виде. Предлагаемая система мониторинга также выдает рекомендации для устранения неисправности центробежного насосного агрегата по показаниям датчиков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** транспортировка нефтепродуктов, центробежный насосный агрегат, надежность оборудования, система мониторинга, техническое состояние, виброконтроль, диагностические параметры.

## METHODOLOGY FOR DETERMINING THE RELIABILITY OF PUMPING UNITS FOR PUMPING PETROLEUM PRODUCTS

**L.B. SAGATOVA**<sup>1\*</sup>, postdoctoral student of the EP "Digital Engineering of Machines and Equipment", Senior lecturer in the field of Transport Engineering, *l.sagatova@satbayev.university*  
**S.A. BORTEBAYEV**<sup>1</sup>, Ph.D., Associate Professor of the Department of Technological Machines and equipment, *s.bortebayev@satbayev.university*  
**K.K. YELEMESOV**<sup>1</sup>, Ph.D., Professor of the Department of Technological Machines and equipment, *k.yelemessov@satbayev.university*  
**A.D. KOLGA**<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair, *kad-55@yandex.ru*

<sup>1</sup>«SATBAYEV UNIVERSITY»,  
22a Satpayev str., Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup>«URAL STATE AGRARIAN UNIVERSITY»,  
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russian Federation

*This article discusses the issues of increasing the efficiency of operation of pumping units by improving the methodology for calculating its reliability, using the example of centrifugal pumping units of the CM type used for pumping petroleum products. The proposed monitoring system makes it possible to obtain data on controlled centrifugal pumping units using a sufficient number of measuring channels to which vibration, temperature and pressure sensors are connected. Controlled parameters can be visualized, i.e. You can graphically represent the changes over different time intervals. The proposed monitoring system also provides recommendations for troubleshooting the centrifugal pumping unit according to sensor readings.*

**KEY WORDS:** transportation of petroleum products, centrifugal pumping unit, reliability of equipment, monitoring system, technical condition, vibration control, diagnostic parameters.

**К**іріспе. Технологиялық жабдықтың сенімділігі оның сапасының маңызды сипаттамаларының бірі болып табылады. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың технологиялық жабдықтарының сенімділік параметрлерін бақылау жобалау және өндіру кезеңдерінде де, пайдалану кезеңінде де өте маңызды және қажет. Себебі, жабдықтың істен шығуы немесе оның белгіленген режимдерден тыс жұмыс істеуі апаттарға әкелуі және кәсіпорынға шығын келтіруі мүмкін. Демек, бұл параметрлерді тиімді бақылау ұйымдық іс-шаралармен бірге өндіріс қауіпсіздігін арттырады және кәсіпорынға экономикалық пайда әкелетіні анық.

Бақылаудың тиімділігін арттыру үшін техникалық жүйелердің сенімділік көрсеткіштеріне үздіксіз мониторинг жүргізу және болжау, сенімділікті арттыру және ықтимал авариялар мен инциденттердің уақтылы алдын алу қажет.

Сондай-ақ нақты уақыт режимінде сенімділік көрсеткіштерінің мониторингін жүзеге асыру және олардың мәндерін болжау ескірген және тиімсіз деп есептелетін қазіргі уақытта қолданылатын жоспарлы алдын ала жөндеу жүйесінен нақты жай-күйі бойынша жаңа және экономикалық тиімді жөндеу жүйесіне көшуге мүмкіндік береді [1,7,8].

Бұл мақалада мұнай-газ өнеркәсібі кәсіпорындарында қолданылатын орталықтан тепкіш сорғы агрегаттарының мысалында оның сенімділігін есептеу әді-

стемесін жетілдіру арқылы жабдықты пайдалану тиімділігін арттыру мәселелері қарастырылады.

Нарықта ұсынылған орталықтан тепкіш типтегі мұнай өнеркәсібіне арналған сорғылар конструктивті түрде ерекшеленеді. Оларда жұмыс ортасын тасымалдау процесін басқаруға арналған барлық жүйелер болуы мүмкін. Басты ерекшелігі-бірегей жұмыс режимі.

Агрегаттарға күрделі көмірсулар ғана емес, қысым да теріс әсер етеді. Пайдалану ресурсы айдалатын сұйықтықтардың тұтқырлық деңгейіне тікелей байланысты. Заманауи сорғы қондырғылары әр түрлі климаттық жағдайларға төзімді болуы керек.

Тұтқыр сұйықтықтарды тасымалдауға арналған сапалы сорғылар қажетті қуат деңгейіне ие. Себебі мұнай айдау терең ұңғымалардан жүзеге асырылады. Дизайн-да жоғары өнімді жетектер бар, көбінесе қуат көзі болған кезде электрлік нұсқа қолданылады.

Орталықтан тепкіш сорғы қондырғылары болуы мүмкін:

- консоль;
- екі тірек;
- жартылай суасты.

Жеңіл мұнай өнімдерін тасымалдауға арналған сорғылар техникалық спиртті және өзге де баламалы сұйықтықтарды айдауға арналған құрылғылар түрінде ұсынылған. Орталықтан тепкіш сорғылармен тасымалданатын сұйықтық келесі қасиеттерге сәйкес келуі керек:

- температура -50-ден +45° С-қа дейін;
- тұтқырлық-20 Ст. аспайды;
- қатты қосындылардың көлемі-0,01%-ден аз;
- бөлшектердің максималды мөлшері 0,2 миллиметрден аз.

Осы типтегі ең танымал сорғыларға КМ-Е және КМ-Н таңбалары бар қондырғылар жатады [1-3].

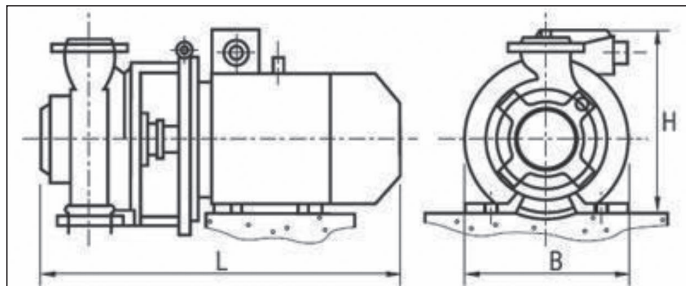
Сорғы қондырғысының жұмысы оның өмірлік циклінің барлық кезеңдерінде оның техникалық жағдайын бағалаумен тығыз байланысты: өткен, қазіргі және болашақ. Техникалық жағдайды бақылау көптеген бас тартуларды қызметкерлер үшін кенеттен санаттан оларды ерте анықтау арқылы біртіндеп санатқа ауыстыруға мүмкіндік береді. Диагностика бұзбайтын бақылау әдістері арқылы жүзеге асырылады, яғни өлшеу үшін қол жетімді нүктелерде жабдықтың жұмысымен бірге жүретін параметрлерді өлшеу және талдау негізінде. Алынған нәтижелер негізінде бөлшектердің, тораптардың, механизмдер мен жабдықтардың техникалық жағдайы туралы қорытындылар жасалады.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Орталықтан тепкіш сорғы агрегатының техникалық жай-күйінің мониторингін қамтамасыз ету үшін оны таңдалған диагностикалық параметрлердің өзгеруін бақылауды қамтамасыз ететін әртүрлі физикалық шамадағы жабдықтармен және датчиктермен жарактандыру жүргізіледі.

Бұл жұмыста мұнай өнімдерін айдау үшін қолданылатын КМ типті бір сатылы консольді орталықтан тепкіш сорғы агрегаттары қарастырылады [3].

*1-суретте* сорғы қондырғысының жалпы көрінісі көрсетілген. Консольді-модульді сорғылар КМ өнеркәсіптік және коммуналдық жүйелердегі маңызды

элемент болып табылады, әр түрлі сұйықтықтардың сенімді айдалуын қамтамасыз етеді. Бұл сорғылар жоғары өнімділікпен, беріктікпен және техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығымен ерекшеленеді.



Сурет 1 – Сорғы қондырғысының жалпы түрі КМ

Технологиялық параметрлердің мәндерін бақылау үшін сорғы агрегаттарында бақылау-өлшеу аспаптары мен автоматика (БӨАМАЗ) жиынтығы орнатылатын болады. Олар құрылғының барлық механизмдерін автоматты түрде басқаруға мүмкіндік береді және параметрлердің мәндері қолайсыз өзгерген кезде оны өшіреді. Автоматика сорғы қондырғысын келесі жағдайларда қорғауды қарастырады:

- а) мойынтіректерді майлау жүйесіндегі қысымның күрт төмендеуі;
  - б) Сорғы мен электр қозғалтқышының мойынтіректерінің температурасының жоғарылауы;
  - в) сорғыдан шығатын сұйықтық қысымының күрт төмендеуі немесе жоғарылауы;
  - г) жұмыс дөңгелегі жағынан сорғы мойынтіректерінің діріл деңгейін жоғарылату;
- БӨАМАЗ жиынтықтары *1-кестеде* көрсетілген параметрлердің мәндерін тіркейді және сорғы станциясының операторын мониторға шығарады. Бұл параметрлердің рұқсат етілген мәндері агрегат паспортында және нормативтік техникалық құжаттарда көрсетілген [3,4,8].

Зерттеу жүргізу үшін нақты уақыт режимінде үш параметр бойынша деректерді жинау жүйесі дайындалды:

- сорғының мойынтірек жинағындағы діріл;
- сорғы мен электр қозғалтқышының мойынтіректерінің температурасы;
- сорғы шығысындағы қысым.

Кесте 1 – Бекітілген параметрлер және олардың сорғы қондырғысының оңтайлы және маңызды мәндері

Параметр	Төменгі критикалық мән	Оңтайлы мән	Жоғарғы критикалық мән
Цилиндрлік роликті сорғы мойынтіректерінің температурасы, °С	-	60-90	110
Электр қозғалтқышының шарикті мойынтіректерінің температурасы, °С	-	60-90	110
Сорғы мен электр қозғалтқышының мойынтіректерінің діріл жылдамдығы, мм / с	-	0	11,2
Электр қозғалтқышының статор орамаларының температурасы, °С	-	-	110
Сорғыдан шығатын қысым, МПа	-	1	1,6

Параметрлердің мәні критикалық мәнге жақындаған кезде, компьютерде орнатылған бағдарламалық жасақтамада ескерту дабылы іске қосылуы керек, ол проблемалық параметрді түспен бөлектейді және операторға дыбыстық сигнал береді. Белгілі бір уақыт өткеннен кейін бақыланатын параметрлердің мәндері журналға және электрондық кестеге енгізіледі. Сондай-ақ, агрегатты іске қосу/тоқтату, бас тарту және олардың себептері туралы ақпарат енгізіледі.

Орталықтан тепкіш сорғы қондырғыларының діріл деңгейі туралы мәліметтерді алу үшін біз діріл датчиктерін сорғы қондырғысының мойынтіректеріне бекіту арқылы орнатамыз [4]. Агрегаттағы діріл датчиктерін бекіту тәсілі агрегаттың штаттық жұмысын, сондай-ақ қажет болған жағдайда агрегатты жөндеуге жібермес бұрын оларды бөлшектеудің жеңіл процесін қамтамасыз етуі тиіс. Деректерді жинау жүйесіне шығындарды азайту үшін және сонымен бірге технологиялық персоналға жұмысты бақылау және техникалық қызмет көрсету операцияларын жеңілдету үшін діріл датчиктерінің саны орталықтан тепкіш сорғы қондырғыларының дизайн ерекшеліктерінен анықталады. Біздің жағдайда діріл датчиктерін орнату үшін сорғы мойынтіректерінің корпусы таңдалады, оған 2 Гц-тен 12 кГц-ке дейінгі жиілік диапазонында дірілді өлшейтін датчиктер орнатылады, бұл тек мойынтіректер жиынтығының күйін ғана емес, сонымен қатар бүкіл орталықтан тепкіш сорғы қондырғысының күйін бақылауға мүмкіндік береді.

Дірілді бақылау аппаратурасы ретінде пьезоэлектрлік діріл түрлендіргіші бар портативті діріл өлшегіштер қолданылады. Ең қарапайым және сәйкесінше ең арзан-BALTECH VP – 3405 діріл өлшегіштері, бір діріл параметрін өлшеуге арналған-діріл жылдамдығының СКЗ (мм/с). BALTECH VP-3410 неғұрлым күрделі виброметрлері 110-130 ДБ динамикалық диапазонға ие және бірден бірнеше параметрлерді өлшеуге қабілетті - діріл қозғалысы (мкм), діріл жылдамдығы (мм/с) және діріл үдеткіші ( $m/c^2$ ) 0,5-тен 25 кГц-ке дейінгі және одан жоғары жиілік диапазонында.

Тұрақты ақаулық жиілігінде компоненттердің немесе жүйелердің сенімділігі экспоненциалды үлестірімге сәйкес келеді [5]:

$$Rt = \exp - \lambda t \quad (1)$$

Сәтсіздік жиілігінің кері мәні орташа сәтсіздік уақыты (MTBF) немесе  $\mu$ , үлестірудің орташа мәні деп аталады. Мысалы, шағын электр қозғалтқыштарында әдеттегі ақаулық қарқындылығы  $\lambda = 14,3 \times 10^{-6}/\text{сағ}$ . Біз қозғалтқыштың істен шығуын және оның сенімділігін 8000 сағат ішінде анықтаймыз.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = 8 \text{ жыл}$$

Содан кейін сенімділікті келесідей анықтауға болады

$$R(t) = \exp-(14.3 \times 8000 \times 10^{-6}) = 0,891 \text{ немес } 89,1\%.$$

Бұл қозғалтқыштар жөнделмейді және істен шыққан жағдайда сынықтарға жіберілуі керек делік.  $R(tr) = 80\%$  сағаттық жылдық жұмыс кезінде 80% өнімділікке кепілдік беру үшін осы қозғалтқыштарды ауыстыру қажет болатын жұмыс уақытын анықтау қажет.

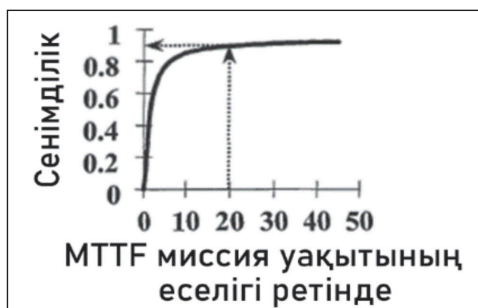
Формула 1-ден біз анықтаймыз

$$tr = MTBF \times \ln(1/R(tr)) = 8 \times 8760 / 8000 \times \ln(1/0,80) = 1,95 \text{ жыл}$$

Сондықтан қозғалтқыштарды шамамен 2 жылдан кейін ауыстыру қажет.

**Нәтижелер және оларды талқылау.** Жоғары сенімділік істен шығудың ұзақ орташа уақытын (MTTF) талап етеді. Элементтердің сенімділігі формула бойынша анықталады [6]:

$$R(t) = e^{-\frac{t}{MTTF}} = e^{-\lambda t} \quad (2)$$



Сурет 2 – сенімділіктің MTTF-ке тәуелділігі

Миссия уақытымен салыстырғанда ұзақ MTTF жоғары сенімділікті қамтамасыз етеді.

Нәтижесінде жоғарыда келтірілген графиктің (2-сурет) негізінде біз 2-кестені аламыз.

Кесте 2 – Сенімділік бойынша қызығушылық ауқымы

t-MTTF	Сенімділік	
0,5	0,135	
1,0	0,368	
5,0	0,819	
10,0	0,905	
15,0	0,936	
20,0	0,951	Сенімділік бойынша қызығушылық ауқымы
30,0	0,967	
40,0	0,975	

MTTF деректері орталықтан тепкіш сорғы агрегатына кіретін 7 торап бойынша беріледі. Бұл деректер орталықтан тепкіш сорғының жалпы сенімділігін есептеу кезінде ескеріледі.

Тәжірибеден алынған сорғы қисығының моделі 3-суретте көрсетілген. Бұл суреттен рұқсат етілген сенімділік екенін көруге болады

$R_{KOC} = -30\%$  дан  $+15\%$  - ға дейін ең жақсы тиімділік нүктесі (ВЕР).

Ал орталықтан тепкіш сорғының сенімділігінің ең жақсы тәжірибесі

$R_{KOC} = -10\%$  - дан  $+5\%$  - ға дейін ең жақсы тиімділік нүктесі (ВЕР).



Сурет 3 – Сенімділікті анықтау үшін сорғының қысым-шығыс сипаттамасы [6,7]

Сорғы қондырғысының жалпы сенімділігін анықтау үшін келесі формула қолданылады. Сорғы қондырғысы элементінің сенімділік формуласы:

$$R(t) = e^{(-\frac{t}{MTTF})} = e^{-\lambda t} \quad (3)$$

мұндағы  $t$  - сағаттағы нақты жұмыс уақыты;

MTTF - істен шығу уақыты;

$\lambda$  - істен шығу жиілігі.

$$\lambda = \frac{\text{бас тарту саны}}{\text{Мото сағатының 7 элементі}} \quad (4)$$

Мысалы, егер 5 жыл ішінде 2 элемент істен шықса (мысалы, мойынтіректер), онда істен шығу жиілігі келесідей анықталады:

$$\lambda = \frac{2}{7 \times 365 \times 5 \times 24} = 0,0000065 = 6,5 \cdot 10^{-6} \text{ мото сағат бас тарту}$$

Демек, 8000 сағаттық жұмыс кезінде  $\lambda = 6,5 \cdot 10^{-6}$  істен шығу жиілігінде орталықтан тепкіш сорғы қондырғысының сенімділігін келесідей анықтауға болады:

$$R(t) = e^{-\lambda t} = \exp(-6,5 \cdot 10^{-6} \cdot 8000 \text{ сағат}) = 0,949 \text{ немесе } 94,9\%.$$

Учаскенің сорғы агрегаттарының жалпы сенімділігін анықтау үшін 8 дана:

$$\lambda = \frac{\text{сорғы қондырғысының істен шығу саны}}{8 \text{ Мото сағаттық сорғы қондырғылары}}$$

Мысалы, егер 5 жыл ішінде 1 сорғы қондырғысы істен шықса, онда істен шығу жиілігі келесідей анықталады:

$$\lambda = \frac{1}{8 \times 365 \times 5 \times 24} = 0,0000028 = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ мото сағат бас тарту}$$

Демек, 8000 сағаттық жұмыс кезінде  $\lambda = 2,8 \cdot 10^{-6}$  істен шығу жиілігінде орталықтан тепкіш сорғы қондырғысының сенімділігін келесідей анықтауға болады:

$$R(t) = e^{-\lambda t} = \exp(-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot 8000 \text{ сағат}) = 0,977 \text{ немесе } 97,7\%.$$



Нәтижесінде жоғарыда келтірілген графиктің (3-сурет) негізінде біз 3-кестені аламыз.

Кесте 3 – Сорғы қондырғысының жалпы сенімділігін есептеу мысалы

Агрегаттың атауы	Істен шығу жиілігі ( $\lambda$ ), $10^{-6}/\text{сағ}$	Сағат бойынша жұмыс істеу фактісі	Құрылғының сенімділігі	Жалпы сенімділік
1	6,5	8000	94,9%	97,7%
2	6,6	8000	94,8%	
3	6,4	8000	95,0%	
4	6,5	8000	94,9%	
5	6,3	8000	95,1%	
6	6,4	8000	95,0%	
7	6,7	8000	94,7%	
8	6,5	8000	94,9%	

Ұсынылған жүйе діріл, температура және қысым датчиктері қосылған өлшеу арналарының жеткілікті саны арқылы бақыланатын орталықтан тепкіш сорғы қондырғылары туралы деректерді алуға мүмкіндік береді.

Датчиктерден кабельдік байланыс желілері бойынша электр сигналы агрегаттардың жақын маңында орнатылған бағдарламаланатын интерфейс модульдеріне түседі, онда сигналды түпкілікті өңдеу үшін магистральдық байланыс желілері арқылы диагностикалық станцияға күшейту және одан әрі беру орындалады. Алынған өлшеу нәтижелерін нақты уақыт режимінде визуализациялау жүзеге асырылады, алынған автоматты диагностика мен визуалды дисплей деректерін сақтау қамтамасыз етіледі.

Жүйе автоматты режимде алынған деректерді өңдейді және орталықтан тепкіш сорғы агрегаттарының жай-күйі туралы ақпаратты сөйлеу хабарламалары, түсті пиктограммалар немесе мәтіндік хабарламалар түрінде береді. Автоматты режимде оқиғалар журналы жүргізіледі, онда диагностикаланатын сорғы жабдықтарымен болатын барлық оқиғалар, жүйенің өзі, электрондық тораптар, бағдарламалық қамтамасыз ету және ендірілген сараптама жүйесінің жұмысы бақыланады. Жүйе кез-келген уақыт аралығында мәліметтер базасы (параметрлер трендтері) және оқиғалар журналы бойынша әр түрлі есептер алуға мүмкіндік береді.

Ұсынылған мониторинг жүйесін Мұнай және газ саласындағы кәсіпорындарда пайдаланылатын жабдықтардың көптеген түрлеріне бейімдеуге болады, бұл оны пайдалану кезінде сенімділікті бақылаудың негізгі әдісі ретінде ұсынуға мүмкіндік береді. Бірақ тұтастай ұсынылған жүйенің жұмысына қарамастан, оның элементтерін көбірек пысықтау және бейімдеу арқылы оны айтарлықтай түзетуге және жақсартуға болады.

**Қорытынды.** Орталықтан тепкіш сорғы агрегаттарының аварияларының алдын алу бойынша техникалық жай-күйді мониторингілеу және автоматты диагностика жүйесін енгізу нақты уақыт режимінде жабдықтың жай-күйі туралы сенімді диагностикалық ақпаратты автоматты түрде алуға және іс жүзінде пайдалануға мүмкіндік береді. Мұнай-газ өнеркәсібі кәсіпорындарының орталықтан тепкіш

сорғы агрегаттарының техникалық жай-күйін мониторингтеу және автоматты диагностикалау жүйелерімен жаратқандыру жабдықтың нақты техникалық жай-күйі бойынша пайдаланылуын қамтамасыз етеді.

Сенімділікті анықтаудың бұл әдісін КМ бір секциялық сорғы агрегаттары үшін ғана емес, сонымен қатар секциялық орталықтан тепкіші сорғылар сияқты секциялық агрегаттар үшін де қолдануға болады. 

*Алғыс. Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің АР22684928 гранттық қаржыландыру жобасы бойынша жүргізілді.*

## ӘДЕБИЕТ

- 1 Бабаев С. Г., Габитов И. А., Меликов Р. Х. Основы теории надежности нефтепромыслового оборудования. – Баку: Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, 2015. – 400 с. [Babaev S. G., Gabibov I. A., Melikov R. H. Osnovy teorii nadezhnosti neftepromyslovogo oborudovaniya. – Baku: Azerbajdzhanskaya Gosudarstvennaya Neftyanaaya Akademiya, 2015. – 400 s.]
- 2 Бобров В. И. Надежность технических систем. – Москва: МГУП, 2004. – 236 с. [Bobrov V. I. Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem. – Moskva: MGUP, 2004. – 236 s.]
- 3 Шубин В.С., Рюмин Ю.А. Надежность оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств. – Москва: Колос, 2006. – 359 с. [Shubin V.S., Ryumin YU.A. Nadezhnost' oborudovaniya himicheskikh i neftepererabatyvayushchih proizvodstv. – Moskva: Kolos, 2006. – 359 s.]
- 4 ГОСТ 32106-2013. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 8 с. [GOST 32106-2013. Kontrol' sostoyaniya i diagnostika mashin. Monitoring sostoyaniya oborudovaniya opasnyh proizvodstv. Vibraciya centrobezhnyh nasosnyh i kompressornyh agregatov. – Moskva: FGUP «Standartinform», 2014. – 8 s.]
- 5 Geitner F. K., Bloch H. P. Maximizing machinery uptime. Elsevier Inc., 2006.
- 6 Heinz P. Improving machinery reliability. Practical machinery management for process plants. Bloch. – 3rd ed, 1998.
- 7 Инюшин Н.В., Валеев А.С., Перельман О.М., Пещеренко С.Н., Рабинович А.И., Слепченко С.Д. Оценка надежности погружного оборудования в условиях эксплуатации ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» // Технологии ТЭК. – 2004. – №6. – С. 152-158. [Inyushin N.V., Valeev A.S., Perel'man O.M., Peshcherenko S.N., Rabinovich A.I., Slepchenko S.D. Ocenka nadezhnosti pogruzhnogo oborudovaniya v usloviyah ekspluatacii ООО «LUKOIL-Zapadnaya Sibir'» // Tekhnologii TEK. – 2004. – №6. – S. 152-158.]
- 8 Рыбалко В.В. Математические модели контроля надежности объектов энергетики. – Санкт-Петербург, 2010. – 150 с. [Rybalko V.V. Matematicheskie modeli kontrolya nadezhnosti ob"ektov energetiki. – Sankt-Peterburg, 2010. – 150 s.]