

Г.Б. Абдилова^{1*}, Ж.А. Сергибаева¹, Б.Б. Кабулов¹, А.А. Баядилова¹, Б.А. Лобасенко²

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²Кемеров мемлекеттік университеті
650000, Ресей, Кемеров қ., Красная көшесі, 6
*e-mail: abdilova1979@bk.ru

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТЫҢ ЖҰМЫСҚА ҚАБІЛЕТТІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа: Ет өнеркәсібіндегі өндірістік жүйелер мен жабдықтардың өнімділігін арттыру техникалық қызмет көрсету қызметімен тығыз байланысты. Total Productive Maintenance (TRM) және Lean production стратегиясы жабдықтың тиімділігін төмендететін шығындардың негізгі түрлерін бағалайтын Overall Equipment Effectiveness (OEE) көрсеткішін бағалаудың маңызды құралы болып табылады. Азық-түлік массаларының құрылымдық-механикалық сипаттамаларының, шикізаттың ылғалдылығының, температура мен тұтқырлықтың, өңдеу қысымының, тығыздықтың жабдықтың оңтайлы жұмыс режимдеріне байланысы талданды. OEE тұжырымдамасын қолдана отырып, жабдықтың жұмыс істеу ерекшеліктеріне байланысты уақытша шығындар анықталды. Шығындардың түрлері жіктеледі: жабдықтың тоқтап қалуы және қайта реттелуі (қол жетімділігі немесе дайындығы), жабдықтың қысқа мерзімді тоқтауы және өңдеу жылдамдығының төмендеуі (жабдықтың өнімділігі), өнімнің істен шығуы және жабдықты іске қосу кезінде өнімнің жоғалуы (сапа). Жабдықтың жалпы тиімділігін зерттеудің осы әдісін қолдану ет өнеркәсібінде қолданылатын кез-келген технологиялық жабдыққа қолданылуы мүмкін және технологиялық жабдықты пайдалану кезінде туындайтын көптеген мәселелерді жоюға, оның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға, техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді жақсарту үшін шаралар жүйесін жасауға мүмкіндік береді. Осы тұжырымдаманы қолданып жабдықтың тиімділігін төмендететін факторларды жүйелеуге мүмкіндік алуға болады. Сонымен бірге жабдықтың жұмыс уақытының жоғалуына әсер ететін факторлар туралы ақпарат жабдыққа техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесін құруға мүмкіндік беретіндігі дәлелденген.

Түйін сөздер: тамақ өнеркәсібі, жабдықтар, жабдықты пайдалану тиімділігі, тиімділік көрсеткіштерінің мониторингі, пайдалану.

Қазақстан Республикасының тамақ өнеркәсібінің көптеген салаларының ішінде ет және ет өнімдерін өндіру дәстүрлі түрде ауыл шаруашылығының негізгі және басым бағыттарының бірі болып саналады. Алайда, ет өңдейтін кәсіпорындардың көпшілігінің техникалық жағдайы мұқият жаңартуды және қайта құруды қажет етеді. Кәсіпорынның ерекшеліктерін, оның мақсаттары мен міндеттерін ескере отырып, жартылай ет фабрикаларын өндіруге арналған жабдықтар нарығы отандық немесе импорттық технологиялық желілерді, сондай-ақ жабдықтардың жеке бірліктерін ұсына алады.

Осыған қарамастан, әр кәсіпорын басшылығының алдында жабдықтың тиімділігін арттыруға, оны күтіп ұстауға және жөндеуге байланысты мәселелер туындайды. Бұл мәселелерді шешу үшін жабдықты пайдалану кезінде оның жоғары өнімділігін, сапалы өнімді шығаруды және жоспардан тыс тоқтап қалуды азайту арқылы уақыт жоғалтуды төмендетуді қамтамасыз ететін тәсілдер мен әдістерді қажет етеді. Бұл жағдайда «үнемді өндіріс» (lean production) әдістерін енгізу өндірістік процестерге неғұрлым жауапты көзқарасты қалыптастыруға, қолда бар қуаттарды тиімдірек пайдалану есебінен өндіріс көлемін ұлғайту үшін резервтерді анықтауға, сондай-ақ өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта «үнемді өндіріс» көптеген елдердегі және әртүрлі салалардағы кәсіпорындарда енгізілуде [1].

«Үнемді өндіріс» жүйесі аясында «кайдзен» (өндіріс процестерін үздіксіз жетілдіру), «5S жүйесі» (жұмыс кеңістігін ұйымдастыру және еңбекті оңтайландыру), «TRM» (Total Productive Maintenance – жабдыққа әмбебап күтім жасау жүйесі) т.б. сияқты өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін бірқатар әдістерді бөліп көрсетуге болады..

Атап айтқанда, «ТРМ» бағдарламасының мақсаты жабдыққа қызмет көрсетуге байланысты шығындарды жою болып табылады. «ТРМ» жабдықтың сенімділігін сақтаудың профилактикалық әдістеріне бағытталған 8 қағидаға негізделген [2]:

1. **Дербес қызмет көрсету** (ағымдағы қызмет көрсету үшін операторларға жауапкершілік жүктеу);
2. **Жоспарлы қызмет көрсету** (техникалық қызмет көрсету тәртібі мен кестесін әзірлеу);
3. **Сапалы қызмет көрсету** (қателерді анықтау және алдын алу);
4. **Үздіксіз жетілдіру** ("кайдзен" тұжырымдамасына негізделген);
5. **Жабдықты ерте басқару** (жаңа жабдықты әзірлеу мен енгізуді басқару жүйесін құру);
6. **Қызметкерлерді оқыту** (қызмет көрсетумен айналысатын персоналдың білімін жақсарту);
7. **Қауіпсіздік, денсаулық, қоршаған орта** (өндірісте қауіпсіз және салауатты жұмыс ортасын құру);
8. **Әкімшілік және кеңселік ТРМ** (әкімшілік функциялардағы шығындарды жою).

Профилактикалық жөндеу және жабдықты жұмыс күйінде қолдау арқылы оны барынша өнімді, үнемді пайдалануға қол жеткізіледі [3].

Жоғары сапалы өнімді шығарудың қажетті шарты – бұл машиналардың (жабдықтар, жабдықтау), материалдар мен әдістердің (қызмет көрсету жүйесі, жұмыс әдістері және өлшеу әдістері) идеалды жағдайы. Негізгі өндірістің тиімділігі еңбек құралдарын минималды жөндеу шығындарымен жұмыс жағдайында ұстау процесін қамтамасыз етуге арналған қызметтердің жұмысына көбірек тәуелді бола бастады. Негізгі өндіріс үшін оларды материалдармен, жартылай фабрикаттармен, әр түрлі энергиямен, құрал-саймандармен, көлікпен жабдықтау қажет [4].

Осы әртүрлі функциялардың барлығын орындау кәсіпорынның қосалқы бөлімшелерінің міндетін құрайды – жөндеу, аспаптық, энергетикалық, көлік, қойма және т.б. оларды дұрыс ұйымдастыруға және одан әрі жетілдіруге тұтастай алғанда өндіріске техникалық қызмет көрсетудің тиімділігін арттырумен байланысты.

Кез келген басқа процесс сияқты, техникалық қызмет көрсету және жөндеу шығындарын азайту, жабдықтың дайындық коэффициентін және оның жұмыс көрсеткіштерін барынша арттыру үшін «ТРМ» функциясы үнемі жетілдірілуі керек. Бұл ретте Total Productive Maintenance (TPM) және үнемді өндіріс (Lean) жабдықтарына әмбебап қызмет көрсету стратегиясының маңызды құралы жабдықтың жалпы тиімділігінің көрсеткіші (ОЕЕ) болып табылады, оның көмегімен жабдықтың жұмыс тиімділігін төмендететін шығындардың негізгі түрлері бағаланады [5]. Тиімділіктің негізгі көрсеткіштері үш метрика болып табылады, атап айтқанда – қолжетімділік, өнімділік, сапа. Егер алғашқы екі көрсеткіш (қолжетімділік және өнімділік) жабдықтың тоқтап қалуынан болатын уақыт шығынын ескерсе, онда сапа көрсеткіші өнімді шығару кезінде сапаның жоғалуын ескереді.

Жабдықтың дайындық коэффициентін және оның жұмыс көрсеткіштерін арттыру әдетте қайта құруды қажет етеді, бұл әрқашан қолданыстағы жабдықты жаңасына ауыстыруға негіз бола бермейді. Қажетті нәтижеге жабдықтың сенімділігі мен жөнделуіне әсер ететін жабдықтың жоғары дайындығы арқылы қол жеткізуге болады. Сондықтан техникалық қызмет көрсету функциясы кез келген өндірістік кәсіпорынның тұрақты жұмысы үшін өте маңызды және Парето ережесі 80-20-ға сәйкес, бұл күш-жігердің көпшілігі тиімсіз және қысқартылуы керек дегенді білдіреді, техникалық қызмет көрсету және жөндеу шығындарының 80% жабдықтың 20% – техникалық қызмет көрсетуге жұмсалады [6]. Дәл осы проблемалық жабдықты анықтап, оған ерекше назар аудару керек.

Пісіру әдістеріне байланысты ұсақталған ет шикізатының құрамы әртүрлі, бұл әртүрлі өңдеу дәрежесіне, ылғалдылыққа, майлылыққа және басқа факторларға байланысты. Сондықтан, зерттеу нысаны ретінде шұжық өндірісінде қолданылатын фарштың өндірістік құрамы таңдалды.

Жабдықтың тиімділігін анықтаудағы маңызды элементі технологиялық жабдықтың жұмыс процесінде үлкен проблемалар тудыратын шығындар туралы ақпарат жинау бойынша мониторингті ұйымдастыру және жүргізу болып табылады. Алынған деректерді өңдеу үшін Парето талдауын қолдану ұсынылады. Парето диаграммасы-бұл факторлардың әсерін жоюға немесе азайтуға басымдық беру үшін шығындарға ең көп әсер ететін бірнеше, бірақ маңызды

факторларды анықтауға мүмкіндік беретін деректерді графикалық түрде бейнелеу тәсілі. Жабдықтың жалпы тиімділігіне үнемі жүргізілетін мониторинг тек бұзылуларға байланысты тоқтап қалуды ғана емес, сонымен қатар жабдықты тиімсіз баптау, оның жұмыс өнімділігінің төмендеуі немесе материалдардың түсуін күту салдарынан болатын шығындарды да анықтайды [7].

Тамақ өнеркәсібі кәсіпорындарындағы технологиялық процестер көптеген және әртүрлі, бірақ олар үшін ортақ нәрсе-бастапқы органикалық шикізат дайын тағамға өңделеді. Бұл жағдай азық-түлік өндірісінің ерекшелігін анықтайды, бұл шикізатты қабылдау, сақтау және өңдеу абсолютті тазалық жағдайында жүргізілуі керек және өнімдерді ластанудан және бүлінуден, сондай-ақ оларға бөгде заттар мен заттардың кездейсоқ түсуінен қорғауы қажет.

Азық-түлік өндірісінің ерекшелігін ескере отырып – жартылай фабрикаттар немесе дайын тамақ өнімдерін өндіру, тамақ жабдықтарына қойылатын бірқатар талаптарды сақтау қажет [8]:

- жабдықтың технологиялылығы – азық-түлік шикізатын өңдеудің әр кезеңінде белгіленген технологиялық процестерді орындау (бастапқы шикізатты барынша пайдалану және оның тағамдық құндылығын сақтау);
- өндірілетін тамақ өнімдерінің сапасы деңгейіне байланысты жабдықтың гигиенасы (өніммен жанасатын жұмыс бөлшектері мен олардың беттері коррозияға төзімді құрылымдық материалдардан жасалуы керек);
- жабдықтың сенімділігі – жұмыстың максималды ықтимал ұзақтығы (жұмыс істемеу өнімділіктің төмендеуіне, технологиялық процестің бұзылуына, өнімнің жоғалуына әкеліп соқтырады);
- жабдықты жобалаудың қарапайымдылығы (жұмыс механизмдерін бөлшектеу және құрастыру жеңілдігі, жөндеу жұмыстарын жүргізу, санитарлық өңдеу және техникалық қызмет көрсету үшін еркін қол жеткізу мүмкіндігі, тораптар, жұмыс және ең тозған бөлшектер оңай ауыстырылуы керек).

Машиналардың жұмыс органдары өз конструкциясы бойынша өңделетін шикізаттың шамадан тыс қажалуын, оған майлау майларының, тоттың немесе металл шаңының бөлшектердің тозуынан түсу мүмкіндігін болдырмауы тиіс.

Қазіргі уақытта тамақ өнеркәсібі кәсіпорындарында жоғары өнімді жабдықтарды пайдалану, әртүрлі жартылай фабрикаттар мен дайын өнімдерді өндіру бойынша ағынды желілерді құру, прогрессивті технологияларды қолдану негізінде өндіріске жаңа үздіксіз технологиялық процестерді енгізу байқалады. Бұл ретте өнім өндіру көлемінің өсуін қамтамасыз ету жөніндегі кез келген іс-шаралар кешені машиналар мен жабдықтарды неғұрлым толық және тиімді пайдалануды, тоқтап қалуларды жоюды, жаңа жабдықты игеру мерзімдерін қысқартуды, өндірістік процестерді одан әрі қарқындатуды көздеуге тиіс. Сонымен қатар, жабдық өндірілетін өнімнің сапасына әсер ететін факторлардың бірі болып табылатындығын ескеру қажет, оны қолданылатын шикізаттың құрылымдық-механикалық сипаттамалары және әртүрлі технологиялық факторлардың ҚМС-на әсері арқылы анықтауға болады [9].

Дайын тамақ өнімдерінің сапасы оларды жасау үшін қолданылатын шикізаттың сапасына байланысты. Шикізаттың сапасына көбінесе технологиялық өңдеу және рецептураны сақтау әсер етеді.

Шикізат пен одан жасалған өнімдердің әртүрлілігі көптеген түбегейлі әртүрлі технологияларды, машиналар мен аппараттардың түрлерін қолдануды қажеттілігін анықтайды. Реологиялық әдістерді қолдана отырып, тамақ өнімдерінің жартылай фабрикаттарын дайындаудың жекелеген кезеңдерінде өндіруде оңтайлы технологиялық және механикалық параметрлерді сақтау дайын өнімнің шығымы мен сапасын тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Технологиялық өңдеу барысында ет шикізатының өзгерісін болжау үшін оның сапасын объективті көрсететін функционалды-технологиялық және құрылымдық-механикалық көрсеткіштер кешені қолданылады (рН мәні, суды байланыстыратын және май ұстайтын қабілеттер, су белсенділігі, жабысқақтық, тұтқырлық, икемділік және т.б.) [10].

Кәсіпорынның кез-келген түрінің ойдағыдай жұмыс істеуі үшін қолда бар жабдықты пайдаланудың нақты тиімділігін объективті бағалау қажет. Бұл ақпараттың болуы технологиялық жабдықты пайдалану барысында туындайтын бірқатар проблемаларды жоюға, оның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға, оған техникалық қызмет көрсету

мен жөндеуді жетілдіру жөніндегі шаралар жүйесін әзірлеуге мүмкіндік береді. Жабдықты тиімді пайдалануды бағалау ретінде жабдықтың жұмысына әсер ететін барлық уақытша шығындарды анықтауға мүмкіндік беретін OEE (Overall Equipment Effectiveness) тұжырымдамасын ұсынуға болады (1-сурет) [11].

	ЖАЛПЫ ЖҰМЫС УАҚЫТЫ – 24•365	
A	ТАЗА ЖҰМЫС УАҚЫТЫ	Жұмыстан тыс уақыт
B	МАШИНА УАҚЫТЫ	Тоқтап қалу
C	ЖОСПАРЛАНҒАН ӨНДІРІС	
D	АҒЫМДАҒЫ ӨНДІРІС	Жылдамдықты төмендету
E	АҒЫМДАҒЫ ӨНДІРІС	
F	САПАЛЫ ӨНІМДЕР	Ақаулы өнімдер

Сурет 1 – OEE элементтері және жабдықтың жұмыс істеу ерекшеліктеріне байланысты шығындар

1 суретке сәйкес пайызбен көрсетілген жабдықтың жалпы тиімділігі мына формула бойынша есептеледі

$$OEE = (B/A) \cdot (D/C) \cdot (F/E) \cdot 100, \quad (1)$$

мұнда B/A – қолжетімділік (жабдықтың тоқтап қалуына байланысты уақытты жоғалту);

D/C – өнімділік (жабдықтың қысқа мерзімді тоқтауына байланысты жылдамдықтың жоғалуы және нәтижесінде өткізу қабілеттілігінің төмендеуі);

F/E – сапа (стандарттарға сәйкес келмейтін өнім өндіруге байланысты сапаның жоғалуы).

Шығындар өндірістің жалпы тиімділігін төмендетеді. Халықаралық тәжірибеде OEE көрсеткіші 65%-дан төмен болса нашар, 65%-дан 75%-ға дейін қанағаттанарлық, 75%-дан жоғары жақсы деп саналады [11].

Жабдықтың жұмысын бағалау кезінде шығындар алты түрге бөлінеді, оларды келесідей жіктеуге болады.

Қолжетімділік (дайындық):

Тоқтап қалу – жабдықтың сынуы (жабдықтың істен шығуының ең көп тараған себебі), жабдықты жоспардан тыс ауыстыру үшін тоқтаулар және жоспардан тыс қызмет көрсету, қосалқы жабдықтың істен шығуы, өндірістік кестеде көзделмеген тоқтаулар;

Жабдықты қайта реттеу/баптау – бөлшектеу/монтаждау, жабдықты жоспарлы ауыстыру, дайындық жұмыстарын ұйымдастыру, шығыс материалдары бойынша шектеулер;

Өнімділік:

Жабдықтың қысқа мерзімді тоқтауы – ұсақ ақауларға, материалдарды жеткізудегі үзілістерге байланысты болуы мүмкін. Дегенмен, бірнеше секундтан 5 минутқа дейін созылатын бұл тоқтаулар өнімділіктің жоғалуына және өнім көлемінің төмендеуіне әкеледі;

Өңдеу жылдамдығының төмендеуі – жабдықтың тозуы, қуаттың төмендеуі, жүктеме уақытының ұлғаюы, жабдықтың ырғақсыз жұмысы, адам факторы;

Сапасы:

Ақау және қайта жөндеу – өндіріс процесінде тұтынушылардың талаптарына сәйкес келмейтін өнімді өндіру. Кондиционерленбеген өнімді қайта жөндеу және ақауларды жою кезінде ресурстардың жоғалуы мен осы жұмыстарды орындауға кететін уақыттың салдарынан шығындар болады;

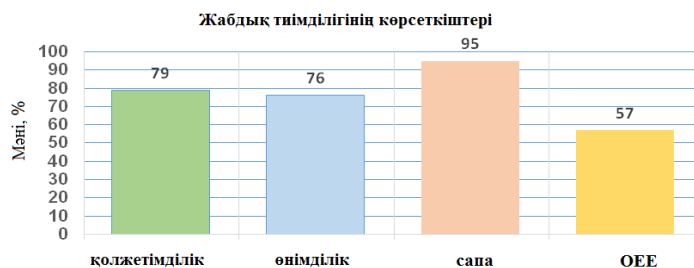
Жабдықты іске қосу кезіндегі шығындар – жабдықты іске қосу, қыздыру немесе басқа бастапқы кезеңдерде жасалған ақаулар.

Өртүрлі кәсіпорындарда шығындар жіктелуіне белгілі бір операцияларды орындау кезінде пайда болатын шығындардың басқа да түрлері қосылуы мүмкін.

Жабдықтың тиімділігін анықтаудағы маңызды элемент технологиялық жабдықтың жұмыс процесінде үлкен проблемалар тудыратын шығындар туралы ақпарат жинау бойынша мониторингті ұйымдастыру және жүргізу болып табылады. Алынған мәліметтерді өңдеу үшін Парето талдауын қолдану ұсынылады, бұл шығындарға ең көп әсер ететін бірнеше, бірақ маңызды факторларды анықтауға мүмкіндік береді [7, 11].

Жабдықтың жалпы тиімділігіне үнемі жүргізілетін мониторинг тек бұзылуларға байланысты тоқтап қалуды ғана емес, сонымен қатар жабдықты тиімсіз баптау, оның жұмыс өнімділігінің төмендеуі немесе материалдардың түсуін күту салдарынан болатын шығындарды да анықтауға мүмкіндік береді.

Жабдықтың жалпы тиімділігінің көрсеткіштері 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Жабдықтың жалпы тиімділігінің көрсеткіштері

Жоғарыда келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай, оны пайдалану процесінде жабдықтың төмен тиімділігіне жабдықтың қолжетімділігі (дайындығы) көрсеткішінің де, жабдықтың өнімділігіне байланысты көрсеткіштің де төмендеуі айтарлықтай әсер етті. Бұл факт жабдықтың тоқтап қалуын азайту және басқару жолдарын іздеу, технологиялық жабдықты пайдалану процесінде туындайтын шығындарды болдырмау қажеттілігін көрсетеді, яғни жабдықтың жалпы тиімділігінің өсуінің негізгі резерві шығынды жою болып табылады. Кез келген процесті орындау үшін технологиялық желіге енгізілген жабдықтың әрбір бірлігі үшін осындай ұқсас зерттеулер жүргізілуі мүмкін.

Жартылай фабрикаттардың көлемі мен ассортиментін ұлғайтудың, ресурстарды неғұрлым ұтымды пайдаланудың, азық-түлік өнімдерінің тағамдық құндылығын үнемі арттырудың тұрақты талаптары технологиялық процестерді оңтайландыру және қарқындалу, жартылай фабрикаттардың сапасын бағалау қажеттілігін талап етеді. Жартылай фабрикаттарды өндіру процестерін механикаландыру және автоматтандыру оларды өндіруде қолданылатын шикізаттың қасиеттері, әртүрлі технологиялық факторлардың әсері туралы идеяларсыз мүмкін емес. Осыған байланысты жоғары өнімділігі мен сенімділігі бар жартылай фабрикаттарды өндіруге арналған заманауи жабдықтарға сұраныс артып келеді.

Қарастырылып отырған жабдыққа сәйкес келетін қолжетімділік, өнімділік және сапа бойынша ең жақсы дәлелдерге негізделген белгілі бір мақсатты мән болса, оның тоқтап қалуын азайту арқылы жабдықты пайдалану тиімділігін арттыру туралы ақпарат алуға болады.

OEE тұжырымдамасын қолдана отырып және жабдықтың істен шығу себептері туралы статистиканы жинақтай отырып, біз жабдықтың тиімділігін төмендететін факторларды жүйелеуге мүмкіндік аламыз. Сонымен қатар, жабдықтың жұмыс уақытының жоғалуына әсер ететін факторлар туралы ақпарат жабдыққа техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесін (ТҚКЖЖЖ) құруға мүмкіндік береді және ескерту қызметін жоспарлау және қосалқы бөлшектер мен материалдармен уақтылы қамтамасыз ету үшін пайдаланылуы мүмкін. Кез-келген үлкен және заманауи өндіріс үшін бұл өте маңызды.

Әдебиеттер тізімі

1. Вумек Дж. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании: пер. с англ. / Дж. Вумек, Д. Джонс. – М.: Альпина Паблишер, 2013. – 472 с.
2. Ihueze C.C. Maximizing overall equipment effectiveness in a food processing industry: a case study / C.C. Ihueze, C.M. U-Dominic // Archives of Current Research International. – 2017. – № 11(4). – P. 1-10.
3. Afefy I. Implementation of total productive maintenance and overall equipment effectiveness evaluation / I. Afefy // International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering. – 2014. – № 13(1). – P. 60-75.
4. Sharma A. Manufacturing performance and evolution of TPM / Sharma A. Shudhanshu, Bhardway A. // International Journal of Engineering Science and Technology. – 2012. – № 4(3). – P. 854-866.
5. Methodology of overall equipment effectiveness calculation in the context of Industry 4.0 environment / Z. Aleš et al // Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and reliability. – 2019. – № 21(3). – P. 411-418.

6. Powell T. Tanya Sammut-Bonnici Pareto analysis / T. Powell // In book: Wiley Encyclopedia of Management Publisher: John Wiley & Sons. Project: Wiley Encyclopedia of Management. – 2015. – Vol 12.
7. Netes V.A. Pareto analysis approach to reliability improvement / V.A. Netes // 2d International Workshop on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN 2000). – 2000. – P. 187-191.
8. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / А.И. Пелеев. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 519 с.
9. Смирнов М.Б. Оборудование для формования пищевых масс: Аналитический обзор / М.Б. Смирнов, Г.Б. Абдилова, Д.Т. Манапова. – Семей: «Pro100print», 2019. – 81 с.
10. Прогнозирование качества мясной продукции методами математического программирования / А.Б. Лисицын et al // Теория и практика переработки мяса. – 2016. – № 1(1). – С. 75-90.
11. Общая эффективность оборудования / пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 120 с.

References

1. Vumek Dzh. Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavit'sya ot poter' i dobit'sya protsvetaniya vashei kompanii: per. s angl. / Dzh. Vumek, D. Dzhons. – М.: Al'pina Publisher, 2013. – 472 s. (In Russian).
2. Ihueze C.C. Maximizing overall equipment effectiveness in a food processing industry: a case study / C.C. Ihueze, C.M. U-Dominic // Archives of Current Research International. – 2017. – № 11(4). – R. 1-10. (In English).
3. Afefy I. Implementation of total productive maintenance and overall equipment effectiveness evaluation / I. Afefy // International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering. – 2014. – № 13(1). – R. 60-75. (In English).
4. Sharma A. Manufacturing performance and evolution of TPM / Sharma A. Shudhanshu, Bhardway A. // International Journal of Engineering Science and Technology. – 2012. – № 4(3). – R. 854-866. (In English).
5. Methodology of overall equipment effectiveness calculation in the context of Industry 4.0 environment / Z. Aleš et al // Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and reliability. – 2019. – № 21(3). – R. 411-418. (In English).
6. Powell T. Tanya Sammut-Bonnici Pareto analysis / T. Powell // In book: Wiley Encyclopedia of Management Publisher: John Wiley & Sons. Project: Wiley Encyclopedia of Management. – 2015. – Vol 12. (In English).
7. Netes V.A. Pareto analysis approach to reliability improvement / V.A. Netes // 2d International Workshop on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN 2000). – 2000. – P. 187-191.
8. Peleev A.I. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatii myasnoi promyshlennosti / A.I. Peleev. – М.: Pishchevaya promyshlennost', 1971. – 519 s. (In English).
9. Smirnov M.B. Oborudovanie dlya formovaniya pishchevykh mass: Analiticheskii obzor / M.B. Smirnov, G.B. Abdilova, D.T. Manapova. – Semei: «Pro100print», 2019. – 81 s. (In Russian).
10. Prognozirovaniye kachestva myasnoi produktsii metodami matematicheskogo programmirovaniya / A.B. Lisitsyn et al // Teoriya i praktika pererabotki myasa. – 2016. – № 1(1). – S. 75-90. (In Russian).
11. Obshchaya ehffektivnost' oborudovaniya / per. s angl. – М.: Institut kompleksnykh strategicheskikh issledovaniy, 2007. – 120 s. (In Russian).

Г.Б. Абдилова^{1*}, Ж.А. Сергибаева¹, Б.Б. Кабулов¹, А.А. Баядилова¹, Б.А. Лобасенко²

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Кемеровский государственный университет,
650000, Россия, г. Кемерово, Красная улица, 6

*e-mail: abdilova1979@bk.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Повышение производительности производственных систем и оборудования в мясной промышленности неразрывно связано с деятельностью по техническому обслуживанию. Показано, что стратегия Total Productive Maintenance (TRM) и Lean production является важным инструментом оценки показателя Overall Equipment Effectiveness (OEE), с помощью которого

оценивают основные виды потерь, снижающих эффективность работы оборудования. Проанализирована связь структурно-механических характеристик пищевых масс, влажности исходного сырья, температуры и вязкости, давления обработки, плотности на оптимальные режимы работы оборудования. С использованием концепции ОЕЕ определены, временные потери, связанные с особенностями функционирования оборудования. Классифицированы разновидности потерь: простой и переналадка (доступность или готовность) оборудования, кратковременная остановка оборудования и снижение скорости обработки (производительность оборудования), брак продукции и потери продукции при запуске (качество) оборудования. Применение данного метода исследования общей эффективности работы оборудования могут быть применены для любого технологического оборудования, применяемого в мясной промышленности и позволит устранить многие проблемы, которые возникают в ходе эксплуатации технологического оборудования, улучшить его технико-экономические показатели, разработать систему мер по усовершенствованию его технического обслуживания и ремонта. Используя эту концепцию, можно получить возможность систематизировать факторы, снижающие эффективность оборудования. При этом доказано, что информация о факторах, влияющих на потери времени работы оборудования, позволяет создать систему технического обслуживания и ремонта оборудования.

Ключевые слова: пищевая промышленность, оборудование, эффективность использования оборудования, мониторинг показателей эффективности, эксплуатация.

G. Abdilova^{1*}, Zh. Sergibaeva¹, B. Kabulov¹, A. Bayadilova¹, B. Lobasenko²

¹Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

²Kemerovo State University,
650000, Russia, Kemerovo, Krasnaya Street, 6

*e-mail: abdilova1979@bk.ru

WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Increasing the productivity of production systems and equipment in the meat industry is inextricably linked with maintenance activities. The article analyzes the influence of manufacturability, hygiene, reliability, simplicity of equipment design on the main indicators of the quality of meat products. It is shown that the Total Productive Maintenance (TRM) and Lean production strategy is an important tool for evaluating the Overall Equipment Effectiveness (OEE) indicator, which is used to evaluate the main types of losses that reduce the efficiency of equipment. The relationship of structural and mechanical characteristics of food masses, humidity of raw materials, temperature and viscosity, processing pressure, density on the optimal operating modes of the equipment is analyzed. Using the OEE concept, the time losses associated with the functioning of the equipment are determined. The types of losses are classified: downtime and changeover (availability or readiness) of equipment, short-term shutdown of equipment and reduction of processing speed (equipment performance), defective products and product losses at startup (quality) of equipment. The application of this method of studying the overall efficiency of the equipment can be applied to any technological equipment used in the meat industry and will eliminate many problems that arise during the operation of technological equipment, improve its technical and economic indicators, develop a system of measures to improve its maintenance and repair. Using this concept, it is possible to systematize the factors that reduce the efficiency of the equipment. At the same time, it is proved that information about the factors affecting the loss of equipment operation time allows you to create a system for maintenance and repair of equipment.

Key words: food industry, equipment, efficiency of equipment use, monitoring of performance indicators, exploitation.

Авторлар туралы мәліметтер

Галия Бекеновна Абдилова* – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Жадра Ахметовна Сергибаева – «Технологиялық жабдықтар» кафедрасының PhD докторанты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: jadra1980@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Болат Бейсенғалиевич Кабулов – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Асыл Аргынғазыевна Баядилова – «Технологиялық жабдықтар» кафедрасының PhD докторанты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: assylzhan_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5738-4498>.

Борис Анатольевич Лобасенко – техника ғылымдарының докторы, «Өндірістік дизайн» кафедрасының профессоры, ФГБОУ «Кемерово мемлекеттік университеті», Ресей Федерациясы, Кемерово қаласы; e-mail: lobasenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Сведения об авторах

Галия Бекеновна Абдилова* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологическое оборудование», Университет имени Шакарима города Семей; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Жадра Ахметовна Сергибаева – PhD докторант кафедры «Технологическое оборудование», Университет имени Шакарима города Семей; e-mail: jadra1980@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Болат Бейсенгалиевич Кабулов – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологическое оборудование», Университет имени Шакарима города Семей; e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Асыл Аргынгазыевна Баядилова – PhD докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей; e-mail: assylzhan_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5738-4498>.

Борис Анатольевич Лобасенко – доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленный дизайн», ФГБОУ ВО «Кемеровский Государственный университет» (КемГУ), 650000, Россия, г. Кемерово; e-mail: lobasenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Information about of authors

Galia Abdilova* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the The Department of technological equipment, Shakarim Semey University; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Zhadra Sergibaeva – PhD student of the The Department of technological equipment, Shakarim Semey University; e-mail: jadra1980@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Bolat Kabulov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the The Department of technological equipment, Shakarim Semey University; e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Asyl Bayadilova – PhD student of the The Department of technological equipment, Shakarim Semey University; e-mail: assylzhan_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5738-4498>.

Boris Lobasenko – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Industrial Design, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia; e-mail: lobasenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Редакцияға енуі 04.07.2024

Өңдеуден кейін түсуі 09.09.2024

Жариялауға қабылданды 10.09.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-10](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-10)



МРНТИ: 53.31.73

**Р.К. Кусаинов², Н.Е. Қадырболат[†], Р.Х. Курмангалиев^{1,2}, К.Д. Орманбеков^{1,2},
А.Б. Шынарбек^{1,2}**

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
Инжиниринговый центр «Упрочняющие технологии и покрытия»,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Физкультурная, 4в
*e-mail: ersinnur44@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИНЫ ИЗ СТАЛИ 45

Аннотация: В данном исследовании изучалось влияние электролитно-плазменной закалки (ЭПЗ) на свойства стали марки 45, которая может служить альтернативой традиционным методам термообработки, применяемым перед выпуском готовой продукции. По результатам проведённых экспериментов установлено, что механические и эксплуатационные свойства стали 45 существенно улучшились после применения ЭПЗ. Сталь 45, широко используемая в машиностроении и производстве сельскохозяйственной техники благодаря своим прочностным характеристикам и долговечности, показала значительное увеличение показателей после обработки. Можно заметить, что свойства стали 45 значительно улучшились после применения методов электролитно-плазменной закалки, так как твёрдость образцов увеличилась в 3,1-3,62 раза, а износостойкость возросла в 7 раз. Кроме того, в работе показана экономическая эффективность предложенного метода обработки, который показал, что внедрение ЭПЗ может