

Ж.Ж.Мустафин¹, Е.Ж.Каспаков¹, А.Б.Рустембаев¹,
Е.Саркынов², М.Т.Жетпейсов², Ж.Б.Жумагулов²

¹«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ,
Астана қ., Қазақстан Республикасы, mustafin_j80@mail.ru, kaspakove@mail.ru,
rustem.arman88@gmail.com

²«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан
Республикасы, yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz,
zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz

ЖАНШЫҒЫШ ҰСАҚТАҒЫШТЫҢ ТІСТІ БАРАБАНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Мақалада жаншығыш ұсақтағыштың жұмыс процесін эксперименттік-теориялық зерттеу нәтижелері келтірілген. Бұл жұмыс 2021-2024 жылдар аралығында С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің "Аграрлық техника және технология" кафедрасының базасында орындалды.

Барлық дәнді-дақылдарды жаншып ұсақтау үрдісінде ұсақтағышқа орнатылған тісті барабандардың диаметріне, айналу жылдамдығы және екі барабан арасындағы саңылауды зерттеу. Ұсақтау үрдісі кезінде дәнді дақылдарға әсер ететін және тісті барабанның геометриялық көрсеткіштері анықталынған. Тісті барабандармен жаншып ұсақтау кезінде энергия шығыны төмендейтіні анықталынды. Теориялық зерттеу нәтижесінде ұсақтағыштың өнімділігі және жылдамдығы анықталынды. Зерттеу кезінде қарама-қарсы айналатын екі тісті барабандардың жылдамдығы біреуі баяу және екінші тез айналауы керек екені байқалды. Сонымен қоса, барабан тістерінің дәндерге кіруін және барабан ұзындығы бойымен дәндердің орналасуын қарастыра отырып, жаншып ұсақтауға қажет қуатты анықталынған, бұл инженерлік тендеу үшін өрнектің дәлдігі жеткілікті екенін көрсетті. Ұсақтағыш аралықтарының әртүрлі айналу жиілігінде ұсақтау үрдісіне кететін қуаты, осы зерттеу кезінде анықтадық, оған қоса, тісті барабандардың айналу жиіліктерінде ұсақтау үрдісіне жұмсалатын қуаттың теориялық мәндері анықталынды. Қуаттың бұл теориялық мәндерін, зерттеу барысында анықталған тәжірибелік мәндерімен салыстыру жүргізілді. Ұсақтағыштың конструктивті-технологиясын негіздеп жасау кезінде, теориялық зерттеулердің нәтижесіне сәйкес тісті барабандардың диаметрі таңдалды.

Кілт сөздер: жаншығыш, тісті барабан, ұсақтау үрдісі, дәнді-дақылдар, қуат, өнімділік, ұсақтау дәрежесі.

Кіріспе

Жаншып ұсақтағыш негізінен дәнді дақылдарды ұсақтауға арналған. Жаншып ұсақтағыштың бір артықшылығы ол дәнді дақылдарды 2-4 мм аралықта жарма ретінде ұсақтап, зоотехникалық талапты сақтау болып саналады. Себебі бүгінгі күні жаншығыш ұсақтағыштарда ұсақталған дәнді дақылдардың ірілігін сақтау қиын мәселелердің бірі. Ал балғалы ұрғыштарда сокқылардың әсерінен энергия шығыны көп жұмсалатыны және балғалар тез тозатыны белгілі болып отыр. ПИ-1 жаншығыш-ұсақтағыштары мен мал азығын дайындау агрегаттары ауыл шаруашылығын механикаландыру ғылыми-өндірістік орталығында шығарылып өндіріске енгізу қолға алына бастады [1-5].

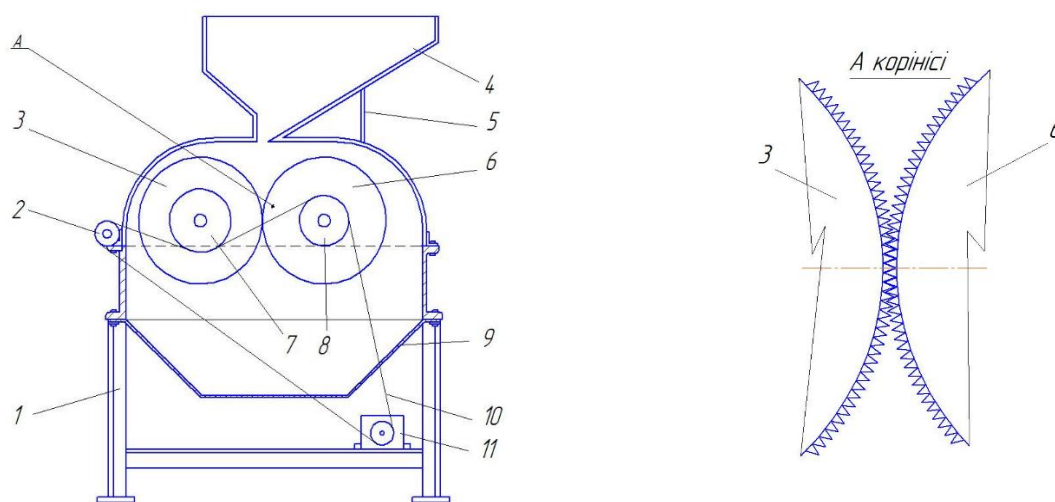
Бұл жаншығыш-ұсақтағыштарында ұсақтау үрдісі жаншығыш білік арқылы жүзеге асады. Бұларда ұсақтау процесі жүзеге асырылғанымен, өзінің ең негізгі мақсаттарын толық орындай алмайды. Ал дәнді дақылдарды ұсақтағыштардың ең басты мақсаты құнарлы құрамажем дайындау болып табылады. Мұндағы құрамажемнің зоотехникалық талапқа сай ірі

қара мен жылқыға берілетін жарма ірілігі 2-4 мм аралығында болуы керек, яғни осы талапты аталған ұсақтағыштар орындай алмай отыр. Себебі олар ұсақталатын дәнді дақылдарды үгітіп жібереді. Осы мәселені шешу үшін, біз дәнді дақылдар дәнін жарып бөлетін тісті барабанды жаншығыш ұсақтағышын ұсындық. Ол дәндерді тек жарып қана ұсақтайтындықтан, үгітіп жіберетін жаншығыш-ұсақтарға және балғалы ұсақтағыштарға қарағанда аз энергия жұмсайтынын да қарастырдық.

Дәнді дақылдарды қарама-қарсы айналатын білікке орнатылған тісті барабандармен ұсақтау ұсынылып отыр. Бұл қондырғының аз энергия жұмсап және жарма ірілігін талапқа сай сақтап ұсақтайтынын тексеру үшін, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінде дәнді дақылдарды жаншып ұсақтайтын ұсақтағыш жасалды. Сынақ жұмыстары, тәжірибелік зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Әдістер мен материалдар

Дәнді дақылды жашып ұсақтағыш қондырғысы қанқадан 1, кергіш құрылғыдан 2, дәнді дақылдар салатын бункерден 4, қарама-қарсы айналатын тісті барабандардан 3, 6, тіректен 5, жұлдызшалардан 7, 8, түсіргіш науадан 9, шыншырлы берілістен 10 және мотор-редуктордан тұрады. Бұндағы тісті барабандар бір-бірімен айқасып айналатындай етіп орнатылған (1-сурет).

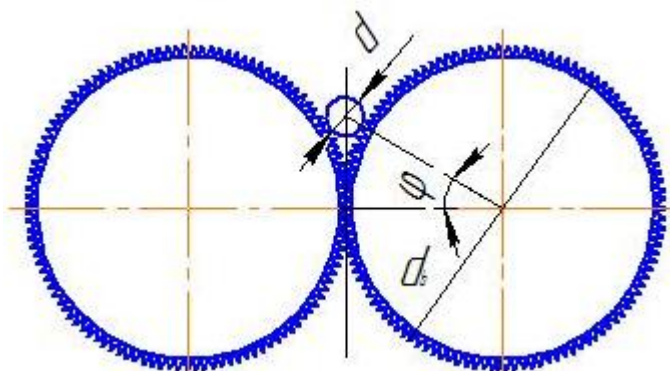


Сурет 1 – Ұсынып отырған дәнді дақылдарды жаншып ұсақтайтын ұсақтағыштың сұлбасы

1 – қаңқа; 2 – кергіш құрылғы; 3,6 – қарама-қарсы айналатын тісті барабандар; 4 – бункер; 5 – тірек; 7,8 – жұлдызшалар; 9 – түсіргіш науа; 10 – шыншырлы беріліс; 11 – мотор-редуктор.

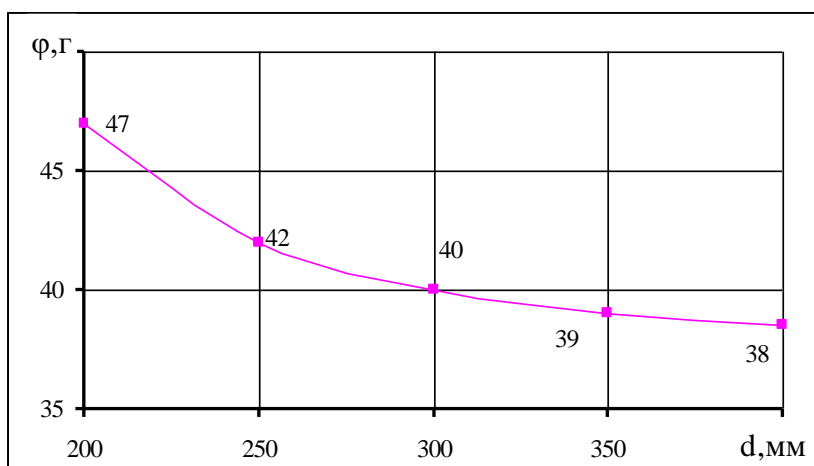
Тәжірибелер мен теориялық зерттеулер барысында, ұсақталатын дәнді дақылдар ірілігі тісті барабандардың ара қашықтығына, сондай-ақ тісті барабандар бірінің арасына бірі кіріп, айқасып айналуына байланысты екенін дәлелдеді. Ұсақтауды жүзеге асыратын бір мәселе, тісті барабандар баяу айналып немесе тез айналатынын анықтау үшін тәжірибелер жүргізілген. Қондырғыны іске қосу үшін, жұмыс істеуін және ұсақтау үрдісін жүзеге асыратын 0,75 кВт қуатты мотор-редуктор орнатылды (1-сурет). Ал К-505 өлшегіш аспаптар жинағымен ұсақтау процесіне кететін қуат шамасы анықталды [6-11].

Дәнді дақылдарды жаншып ұсақтайтын ұсақтағыштың тісті барабандарының диаметрлерін анықтау үшін, геометриялық сызба тәсілі қолданылды. 200...400 мм аралықтағы өлшемдермен тісті барабандардың диаметрлерін сызу арқылы (2-сурет), тісті барабандардың арасында дәнді дақылдардың дәндері қандай бұрышта ілінуі қамтамасыз етілетінін анықтаймыз (3-сурет) [12].



Сурет 2 – Тісті барабандардың диаметрлерін анықтау

Тісті барабандардың диаметрі ұлғайған сайын іліну бұрышы азаятынын, ал керісінше тісті барабандар диаметрі азайған сайын іліну бұрышы артаатынын көруге болады (3-сурет). Осыларды ескере отырып, тісті барабандар диаметрлерінің орташа және оңтайлы мәндері, келтірілген диаграмма арқылы қабылданды [13]. Бұл жерде тағы бір ескеретін жайт, тісті барабандардың диаметрлері неғұрлым үлкен болған сайын, ұсақтау процесі кезінде жұмсалатын энергия шығыны соғұрлым жоғарлайтыны болуы керек. Атқарылған зерттеулерге сәйкес, дәнді дақылдар дәндерінің іліну бұрышы 40^0 және тісті барабандар диаметрін 250-350 мм аралықта қабылдайтынымыз анықталынды.



Сурет 3 – Ұсақталатын дәндердің іліну бұрышын анықтау

Тәжірибе барысында К-505 аспабын электр қозғалтқышқа қосып, содан кейін барып қондырғыны, яғни 47 мин^{-1} айналу жиілікті мотор-редукторды іске қосамыз. Бұл қондырғыда қарама-қарсы айналатын тісті барабандар бір-бірімен айқасып айналыс жасайтындай етіп орнатылған. Ұсақтағыштың қуаты мен өнімділігін айналу қатынастары 1:1, 1:1,5, 1:2, 1:2,5 және 1:3 болғанына қарай анықтау үшін, әртүрлі жұлдызшаларды айналмалы біліктерге орнаттық. Ұсақталатын дәнді дақылдарды әрбір зерттеу басында өлшеп аламыз. Ал орташа мәнін қабылдау үшін, үш рет бір тәжірибені қайталадық. Алдымен бос жүріс кезіндегі қуат N тәжірибе басында ұсақтағышты іске қосқан кезде анықталынды. Қосылып тұрған ұсақтағыштың бункеріне өлшеніп алынған дәнді дақылдарды төгеміз де, бункер өзегін ашып, ұсақтауға кеткен уақытты секундомер көмегімен белгілеп аламыз, сондай-ақ қондырғыға жалғанған қуат өлшегіш аспап арқылы мәндерін анықтап аламыз (1-кесте). Ұсақтау кезіндегі өнімділікті Q_k келесі өрнеппен анықтаймыз [14, 15]:

$$Q_k = \frac{1}{14,29} * 3600 = 252 \text{ кг/сағ}$$

Энергия шығынын $N_{Эк}$ анықтау үшін, төмендегі өрнекті қолданамыз:

$$N_{Эк} = \frac{1}{0,252} = 3,97 \text{ кВт·сағ/т}$$

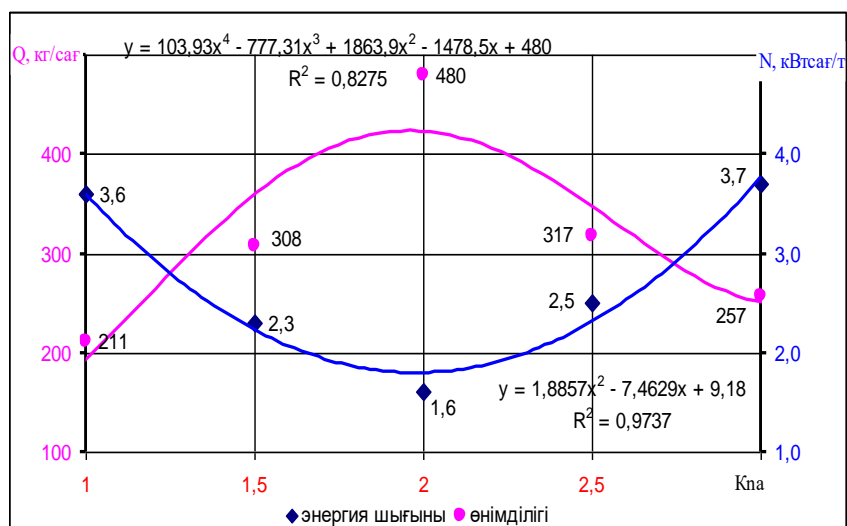
Кесте 1 – Дәнді дақылдарды ұсақтайтын қондырғының қуаты мен өнімділігін анықтау нәтижесі

Зерт. №	Z жұлдызша саны, n айн. жиілігі, мин ⁻¹	t, (сек)	m, (кг)	Q _к , (кг/сағ)	N _{үс} , (кВт)	N _{Эк} , (кВт сағ/т)
1	Z ₁ =40, n ₁ =33 Z ₂ =12, n ₂ =110	22,1	1	162,89	1	6,14
2	Z ₁ =28, n ₁ =47 Z ₂ =20, n ₂ =66	19,3	1	186,53	1	5,36
3	Z ₁ =40, n ₁ =33 Z ₂ =20, n ₂ =66	14,29	1	252	1	3,97
4	Z ₁ =40, n ₁ =33 Z ₂ =28, n ₂ =47	18,4	1	195,65	1	5,11
5	Z ₁ =18, n ₁ =73 Z ₂ =20, n ₂ =66	20	1	180	1	5,55

Осы зерттеулерді жүргізу барысында мәліметтер алынды. График ретінде оның нәтижелері келтірілген (4-сурет). Дәнді дақылдарды жаншып ұсақтау үрдісінің энергия шығыны, тісті барабандардың айналу жиіліктерінің қатынасы 1-ден 2-ге дейін өскенде азаятынын, ал 2-ден 3-ке дейін өскенде жоғарылайтынын графиктен көруге болады. Осы графикті саралайтын болсақ, тісті барабандар бірдей айналғанда, яғни айналу жиілігі 1:1 қатынасында, тістер дәндерді жармай үгітіп жіберетіні белгі жағдай. Бұл үрдіс тісті барабан жылдамдығын тым арттырғанда да, яғни айналу жиілігін 1:2 қатынастан жоғарылатқанда байқалды. Сол себепті жаншып ұсақтау үрдісінің энергия шығыны көбейетіні анық.

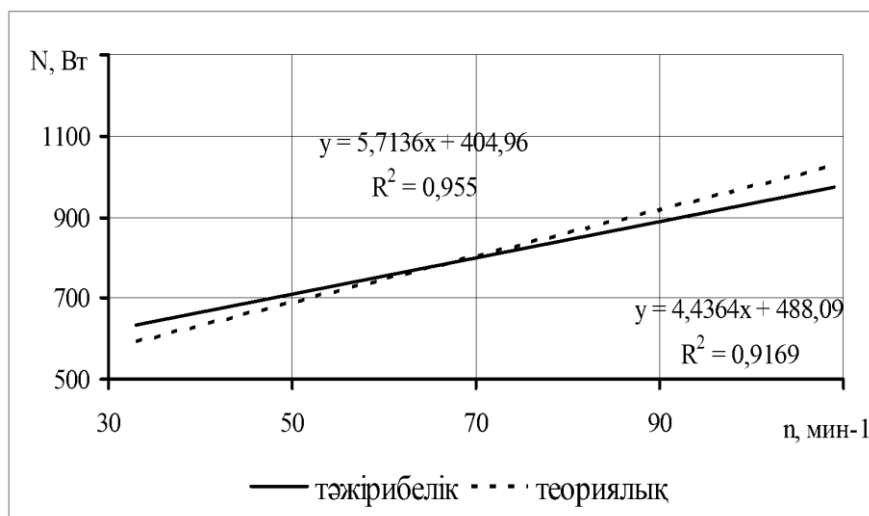
Тісті барабандардың айналу жиілігі 1:2 қатынаста ең тиімді жағдайда екені белгілі болды. Осы жағдайда ұсақталатын дәндердің барлығы жарылып бөлінетіні және дәнді дақылдар белгіленген талапқа сай, яғни жармалардың мөлшері 2...4 мм аралығында ұсақталатыны тәжірибе нәтижелерінен байқалды. Қондырғы өнімділігі Q_к тісті барабандардың айналу жиілігі ең тиімді қатынасында (K_n = 2) ең жоғарғы мәні болатынын да көрсетті (4-сурет). Себебі өнімділіктің жоғарылауына ұсақтау процесіне кететін қуаттың азаюы да тікелей әсер ететіні белгілі.

Бұл тәжірибе жұмыстарына сараптама жүргізсек, ең тиімді қатынаста, яғни 1:2 қатынасында бірінші айналу білігіндегі жұлдызшалардың тістер саны Z₁=40, ал екінші айналу білігіндегі жұлдызшалардың тістер саны Z₂=20 тең болғаны, бірінші айналмалы білікте айналу жиілігі n₁=33, ал екінші айналмалы білікте айналу жиілігі n₂=66 болуына алып келді және бұл жағдайда ұсақтау үрдісінің өнімділігі жоғарлайтыны мен энергия шығыны азайғанын көруге болады. Нәтижесінде ұсақтағыштың өнімділігі Q_к = 252 кг/сағ, ал энергия шығыны N_{Эк} = 3,97 кВт·сағ/т тең болды. Бұлардың барлығын, қандай қатынаста қанша энергия кетіріп жұмыс жасайтынын, өнімділігінің қалай өзгертетінін, зерттеу барысында біліктің айналу жиілігіне n сәйкес өзгерген қисық сызықтар арқылы 4-суреттен көруге болады.



Сурет 4 – Дәнді дақылдарды ұсақтаудың энергиясыйымдылығы ($N_{Эк}$) мен өнімділігіне (Q) тісті барабандар айналу жиілігінің қатынастарының (K_n) әсері

Ұсақтағыш аралықтарының әртүрлі айналу жиілігінде ұсақтау үрдісіне кететін қуаты, осы зерттеу кезінде анықтадық, оған қоса, тісті барабандардың айналу жиіліктерінде ұсақтау үрдісіне жұмсалатын қуаттың теориялық мәндері анықталынды. Қуаттың бұл теориялық мәндерін, зерттеу барысында анықталған тәжірибелік мәндерімен салыстыру жүргізілді. Оның нәтижелері 5-суретте көрсетілген [16].



Сурет 5 – Дәнді дақылдарды ұсақтауға жұмсалатын қуаттың теориялық және тәжірибелік мәндерін салыстыру

Бұл сурет көрсетіп отырғандай, теориялық пен тәжірибелік зерттеулер нәтижелерінің сәйкестігі, алынған аналитикалық өрнектің инженерлік есептеулерге дәл келетінін дәлелдеді, яғни теориялық пен тәжірибелік зерттеулер мәндерінің ауытқуы талапқа сай келетінін білдірді. Олардың бір-бірінен ауытқуының ең жоғарғы мәндері 6, 9 пайыздан аспайтынын көрсетті.

Ұсақтағыштың ұсақтау дәрежесін тісті барабандардың айқасуын өзгерту арқылы анықтау үшін, тісті барабандардың айқасуын 0; 2; 2,5; 3; 4 мм қашықтықта өзертіп ұсақтау жүргізілді.

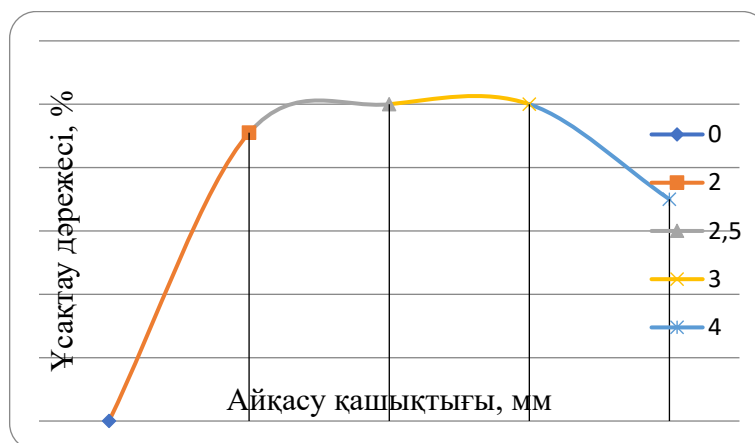
Әрбір зерттеу нәтижесі бойынша, ұсақтау дәрежесінің өзгерісі анықталып сараланды (2-кесте).

Бұл әртүрлі қашықтықтарды қамтамасыз ету үшін, ұсақтағыштың бір айналмалы білігі қозғалмалы етіп жасалса, екінші білігі қатаң бекітілген. Дәнді дақылдарды осы қашықтықтарды сақтай отырып ұсақтадық.

Кесте 2 – Тісті барабандардың айқасуы әртүрлі қашықтықтардағы ұсақтау дәрежесі

Тісті барабандардың айқасу қашықтықтары, мм	Ұсақтау дәрежесі, %
	2 – 4мм
0	0
2	91
2,5	100
3	100
4	70

Тісті барабандардың айқасуы әртүрлі қашықтықтарында жүргізілген ұсақтау процесіндегі ұсақтау дәрежесі 2-4 мм іріліктегі жарманы таңдап алдық. Айқасу қашықтықтарының ұсақтау дәрежесі кезіндегі ірілікке қатынасы, 6-суретте пайыздық мөлшермен көрсетілген.



Сурет 6 – Тісті барабандардың әртүрлі айқасуы кезіндегі ұсақтау дәрежесінің пайыздық қатынасы

Осы 6-суреттен көріп отырғандай, тісті барабандардың айқасу қашықтығы 2...3 мм арасында оңтайлы мәнге ие екенін көруге болады. Бұл оңтайлы мән жарманың 2...4 мм аралығында алынған себебі, жылқы мен ірі қараға берілетін құрамажемдегі дәнді дақылдың ірілігі талпақ сай 2...4 мм аралығында болуы керек және ұсынылғын ұсақтағышта жарма ірілігі 2-3 мм болды.

Нәтижелер мен талқылау

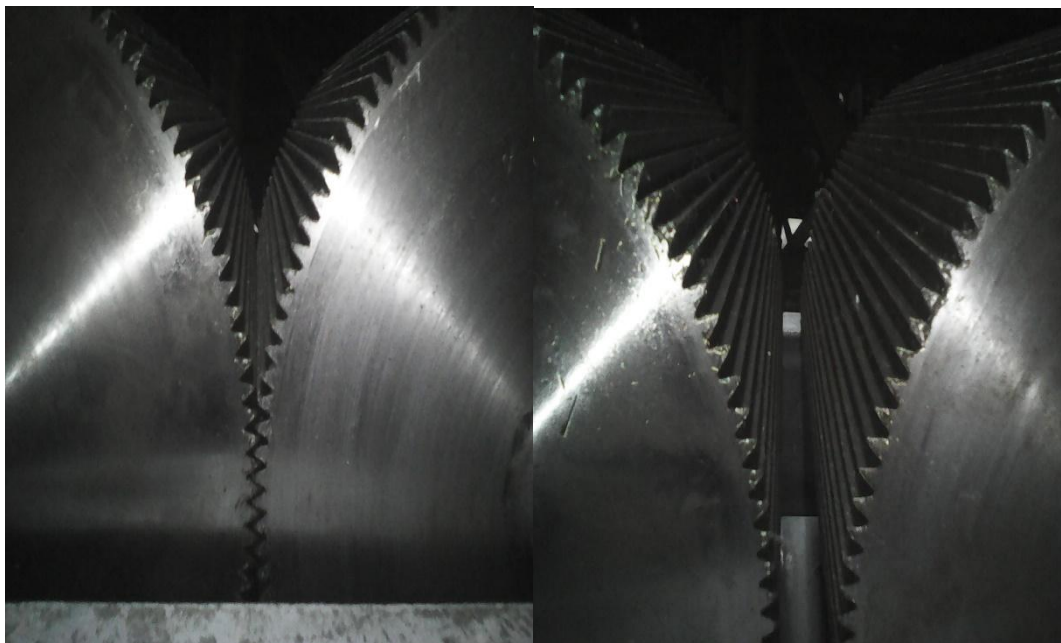
Ұсақтағыштың конструктивті-технологиясын негіздеп жасау кезінде, теориялық зерттеулердің нәтижесіне сәйкес тісті барабандардың диаметрі таңдалды. 250...350 мм-ге тісті барабандар өзгерген кезде, осы теориялық зерттеулер бойынша, дәнді дақылдардың тіске іліну бұрышы үлкен шамаға кемитіні белгілі болатын. Аз шамаға іліну бұрышының кеміп отыратыны, тісті барабандар диаметрінің 300 мм-ге үлкейген кезінде байқалған. Сол себепті іліну бұрышының шамасы тісті барабандар диаметрі 300 мм жоғарлаған кезде аз кемитіндігін ескере келе, тісті барабандарды 300 мм-ден артық үлкейтудің қажеті жоқ. Дәнді дақылдар дәндері барабандар тісіне өте жақсы ілінетіні, сол тісті барабандардың диаметрлері 250...300 мм аралығында қабылдағанда байқалды. Бұл жағдайлардың барлығын ескере отырып, қабылданған диаметрлердің бірі 273 мм болды. Баяу айналатын тісті барабанның жылдамдығы 0,51 м/с болғаны, теориялық зерттеулерінде белгілі болған. Бұл мәселелерді ескере келе, баяу айналатын тісті барабандардың жылдамдығы 0,53 м/с, айналу жиілігі 33 мин⁻¹ болып қабылданды. Бұл теориялық зерттеулердің барысында тез және жай айналатын тісті барабандар жылдамдығының қатынасы 2-ге тең екенін көруге болды және де осы қатынастың

дұрыстығына тәжірибелік зерттеулермен көз жеткізілді. Соған байланысты баяу айналатын тісті барабан жылдамдығы 0,53 м/с, ал тез айналатын барабан жылдамдығы 1,06 м/с болу керектігі дәлелденді. Зерттеу жұмыстары кезінде тісті барабандардың айқасу шамасы 3 мм болу керектігі, сол шамада жарманың ірілігі 2-3 мм болатыны дәлелденіп негізделді. Ұсақтағыштың тісті барабандарындағы тіс биіктігі ұсақталатын дәнді дақылдардың орташа өлшемдеріне сәйкес 6 мм етіп алынды (7-сурет).

Қорыта келе, теориялық пен тәжірибелік зерттеулерінен алынған мәндер, яғни ұсақтағыштың оңтайлы параметрлері мен кинематикалық режимдері 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 3 – Ұсақтағыштың оңтайлы параметрлер көрсеткіштері

№	Параметрлері	Өлшем бірліктері	Оңтайлы мәндері
1	Тісті барабандар диаметрлері	м	0,273; 0,31
2	Баяу айналатын барабан жылдамдығы	м/с	0,53
3	Жылдам айналатын барабан жылдамдығы	м/с	1,06
4	Тістер биіктігі	м	0,006
5	Тісті барабандардың бір-бірімен айқасу ұзындығы	мм	0,003



Сурет 7 – Айқасу қашықтығын өзгерту арқылы ұсақтау дәрежесін анықтау

Қорытынды

1. Қазақстан Республикасында бүгінгі күні мал шаруашылықтары қарқынды дамуда. Ол шаруашылықтардың басты мәселелерінің бірі азықтың құнарлығын көтеру. Осы қажеттілікті қанағаттандыру үшін, дәнді дақылдарды ұсақтап, құнарлы құрамажем ретінде малға беріліп жүр. Бұл құрамажем дайындайтын қондырғылардың ішіндегі ең аз энергия жұмсайтыны жаншығыш ұсақтағыштары. Бірақ жаншығыш ұсақтағыштар энергия шығынын үнемдеуді қамтамасыз еткенімен, ұсақталатын дәнді дақылдарды үгітіп жіберетіні белгілі. Яғни жылқы мен ірі қараға берілетін жарма ірілігінің зоотехникалық талапқа сай болуын жүзеге асыру үшін қарама-қарсы айналатын тісті барабанды жаншып ұсақтағышы ұсынылды.

2. Дәнді дақылдар дәндерін жарып ұсақтау үшін, яғни ұсақталатын дәннің ірілігін сақтау үшін, біреуі ақырын, ал біреуі жылдам айналатын тісті барабандармен жабдықталған дәнді дақылды жаншып ұсақтайтын қондырғының конструктивті-технологиялық сұлбасы негізделді.

3. Теориялық зерттеу нәтижесінде баяу айналатын тісті барабанның жылдамдығы 0,51 м/с, ал тез айналатын тісті барабанның жылдамдығы біріншісінен 2 есе артық болуы керек

екені анықталынды. Тісті барабандардың ара қатынастарының әртүрлі шамаларында жүргізілген зерттеулер, теориялық жолмен тапқан тісті барабандардың жылдамдықтары оңтайлы екенін дәлелдеді.

4. Қарама-қарсы айналатын тісті барабандардың арасынан дәндердің қандай ықтималдық бұрышпен өтетіні анықталып, ұсақтағыштың өнімділігін табу үшін аналитикалық өрнек алынды. Бұл алынған өрнек арқылы табылған ұсақтағыш өнімділігінің шамасы мен тәжірибе барысында анықталынған мәнінен ауытқуы 8,3 пайыз. Яғни бұл өрнектің дәлдігі инженерлік есептеулерді атқаруға үшін толық мүмкіндік береді.

5. Теориялық зерттеу кезінде барабан тістерінің дәндерге кіруін және барабан ұзындығы бойымен дәндердің орналасуын қарастыра отырып, жаншып ұсақтауға қажет қуатты анықтауға өрнек алынды. Осы өрнек көмегімен есептелген қуат мәнінің тәжірибелік зерттеулерден анықталған қуат мәнінен ауытқуы 6,9 пайыз. Бұл бізге инженерлік теңдеу үшін өрнектің дәлдігі жеткілікті екенін көрсетті.

6. Ұсақталатын дәндерді барынша аз күш жұмсап жаруға тікелей әсер ететін барабан тістер бұрышының шамасы 30...50⁰ аралығында болғанда энергия шығыны аз болатыны анықталынды.

7. Тәжірибелік зерттеу кезінде ұсынылған ұсақтағыштың кинематикалық режимдерінің оңтайлы шамалары табылды, олар: баяу айналатын тісті барабандар жылдамдығы – 0,53 м/с, жылдам айналатын барабан жылдамдығы – 1,06 м/с; барабандар тістерінің бір-бірімен айқасу қашықтығы – 3 мм.

Әдебиеттер тізімі

1 Кочетков А.С., Некрашевич В.Ф. Измельчение зерновых культур на вальцевой плющилке. Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – Часть 2. - 230 с.

2 Кочетков А.С., Некрашевич В.Ф. Особенности рабочего процесса вальцевой плющилки. Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – Часть 2. – 230 с.

3 Animal Feed Science and Technology. Published by Elsevier, №200. February 2015. P. 1-120.

4 «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия).

5 Corol D, Ravel C, Raksegi M, et al. Effects of genotype and environment on the contents of betaine, choline, and trigonelline in cereal grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2012. - P. 5471-5481.

6 Д.Н.Оразахын, Т.Абилжанулы, О.А.Сауытов, Ф.Кумхала, Е.Б.Рахымбаев. Жүгері сабақтарының физика-механикалық қасиеттерін және комбайнның параметрлерін анықтау. Научный журнал «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты». №2 (102) 2024, - Алматы, – С. 461-472. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-101-2024>

7 Mustafin Zh.Zh. Preliminary cutting of a corn cob for preparation of fodder. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 10. Issue 03. March 2019. P. 1636-1644.

8 Мустафин Ж.Ж. Жүгері собығын алдын-ала ұсақтауға арналған қондырғыға керекті қуатын анықтау. Жаршы. Ғылыми-теориялық және практикалық журналы. №12. - 2009ж. – Б.66-69.

9 Animal Feed Science and Technology. Published by Elsevier, №200 February 2015 p1-120.

10 П. А. Савиных, В. А. Казаков. Разработка и исследования питающего устройства плющилки зерна. Пермский аграрный вестник №2 (22) 2018. - С 22-24.

11 Казаков В. А., Мошонкин А. М. Усовершенствование питающего устройства двухступенчатой плющилки зерна // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: Сб. материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвящается 100-летию академика Д. К. Беляева. Т. 3. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2017. С. 75-79.

12 Савиных П. А., Казаков В. А. Новая плющилка для производства зерновых кормов // Вестник Марийского государственного университета. 2015. № 2 (2). С. 44-48

13 Баймаханов К. Мал азық дайындап берудің агрегаты. Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің ғылыми-практикалық журналы. Ғылым және білім. 2-бөлім. № 4-2 (77) 2024. 189-199 бет. <https://DOI.org/10.52578/2305-9397-2024-4-2-189-199>

14 Полищук Ю.В., Дерепаскин А.И., Лаптев Н.В., Комаров А.П. Подборщик плющилка – техническое средство для повышения производительности и качества на заготовке кормов. Научное обеспечение животноводства Сибири: мат-лы III Междунар. науч.практ. конф. / Составители Л.В. Ефимова, Т.В. Зазнобина; КрасНИИЖ ФИЦ КНЦ СО РАН. – Красноярск, 2019. – 412 с.

15 T. Abilzhanuly, D. T. Abilzhanov, A. S. Alshurina. Cchecking of resource-saving technologies for making roughage in the crushed form at the picking up hay from the swath under the farm conditions. Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. ISSN 1991-3494 Volume 3, Number 367 (2017), P. 161-166.

16 Размыслович Д.П., Трофимович Л.И. Заготовка кормов из бобовых трав с использованием вальцового рекондиционера. Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Белоруси и Болгарии. Минск, 19-21 октября 2016 года. 164-168 с.

References

1 Kochetkov A.S., Nekrashevich V.F. Izmel'chenie zernovyh kul'tur na val'cevoj pljushhilke. Agrarnaja nauka kak osnova prodovol'stvennoj bezopasnosti regiona: Materialy 66-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 14 maja 2015 goda. – Rjazan': Izdatel'stvo Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta, 2015. – Chast' 2. – 230 s.

2 Kochetkov A.S., Nekrashevich V.F. Osobennosti rabocheho processa val'cevoj pljushhilki. Agrarnaja nauka kak osnova prodovol'stvennoj bezopasnosti regiona: Materialy 66-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 14 maja 2015 goda. – Rjazan': Izdatel'stvo Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta, 2015. – Chast' 2. – 230 s.

3 Animal Feed Science and Technology. Published by Elsevier, №200. February 2015. P. 1-120.

4 «Nayka i Mip» – 0.325 (Global Imrast Factor 2013, Avctpalija).

5 Corol DI, Ravel C, Raksegi M, et al. Effects of genotype and environment on the contents of betaine, choline, and trigonelline in cereal grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2012. - P. 5471-5481.

6 D. N. Orazakhyn, T. Abilzhanuly, O. A. Sauytov, F. Kumkhala, E. B. Rakhymbayev. Zhugeri sabaqtaryn physica-mechanicalyq qasietterin zhane combainnyn parametrlerin anyqktau. Nauchnyy zhurnal «Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezultaty». №2 (102) 2024, - Almaty, - P. 461-472. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-101-2024>

7 Mustafin Zh.Zh. PRELIMINARY CUTTERING OF A CORN COB FOR PREPARATION OF FODDER. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 10, Issue 03, March 2019, pp. 1636-1644.

8 Muctafin Zh.Zh.Zhygepi cobyryn aldyn-ala ұсақтауға арналған қондырғыға кеpeкти қуатын анықтау Zhapshy. Fylymi-teopijalyқ zhөne ppaktikalyқ zhurnaly. № 12-2009zh. –B.66-69.

9 Animal Feed Ssiense and Teshnologu. Rublished bu Elsevier, №200 Februaru 2015 r1-120

10 P. A. Savinykh, V. A. Kazakov. Razrabotka i issledovaniya pitayushchego ustroystva plyushchilki zerna. Permskiy agrarnyy vestnik №2 (22) 2018. - S 22-24.

11 Kazakov V. A., Moshonkin A. M. Usovershenstvovanie pitajushhego ustrojstva dvuhstupenchatoj pljushhilki zerna // Agrarnaja nauka v uslovijah modernizacii i innovacionnogo razvitija APK Rossii: Sb. materialov Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhaetsja 100-letiju akademika D. K. Beljaeva. T. 3. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaja GSHA, 2017. S. 75-79.

12 Savinyh P. A., Kazakov V. A. Novaja pljushhilka dlja proizvodstva zernovyh kormov // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. № 2 (2). S. 44-48.

13 Bajmahanov K. Mal azyқ dajyndap berudiң agregaty. Zhәngir han atyndary Batys Qazaqstan agrarlyқ-tehnikalyқ universitetiniң ғыlymi-praktikalyқ zhurnaly. Fylym zhөne bilim. 2-bөlim. № 4-2 (77) 2024. 189-199 bet. <https://DOI.org/10.52578/2305-9397-2024-4-2-189-199>

14 Polishchuk YU.V., Derepaskin A.I., Laptev N.V., Komarov A.P. Podborshchik plyushchilka – tekhnicheskoye sredstvo dlya povysheniya proizvoditel'nosti i kachestva na zagatovke kormov. Nauchnoye obespecheniye zhivotnovodstva Sibiri: mat-ly III Mezhdunar. nauch.prakt. konf. / Sostaviteli L.V. Yefimova, T.V. Zaznobina; KrasNIIZH FITS KNTS SO RAN. – Krasnoyarsk, 2019. – 412 s.

15 T. Abilzhanuly, D. T. Abilzhanov, A. S. Alshurina. Cchecking of resource-saving technologies for making roughage in the crushed form at the picking up hay from the swath under the farm conditions. Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. ISSN 1991-3494 Volume 3, Number 367 (2017), P. 161-166.

16 Razmyslovich D.P., Trofimovich L.I. Zagatovka kormov iz bobovykh trav s ispol'zovaniyem val'tsovogo rekonditsionera. Nauchno-tekhnicheskij progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve. Agrarnaya nauka – sel'skkhozyaystvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belorusi i Bolgarii. Minsk, 19-21 oktyabrya 2016 goda. 164-168 s.

**Мустафин Ж.Ж.¹, Каспаков Е.Ж.¹, Рустембаев А.Б.¹,
Саркынов Е.², Жетпейсов М.Т.², Жумагулов Ж.Б.²**

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллин», город Астана, Республика Казахстан, mustafin_j80@mail.ru, kaspakove@mail.ru, rustem.arman88@gmail.com

НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», город Алматы, Республика Казахстан, yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТОГО БАРАБАНОЙ ПЛЮШИЛКИ

Анотация

Исследование диаметра зубчатых барабанов, установленных на дробилке в процессе раздавливания всех зерновых культур, скорости вращения и зазора между двумя барабанами. Определены геометрические показатели зубчатого барабана, влияющие на зерновые культуры в процессе дробления. Установлено, что при раздавливании зубьев барабанами снижается расход энергии. В результате теоретического исследования были определены производительность и скорость измельчителя. Во время исследования было замечено, что две противоположно вращающиеся барабаны должны вращаться быстрее, одна медленнее, а другая быстрее. Кроме того, рассматривая вход зубьев барабана в зерна и расположение зерен по длине барабана, была определена мощность, необходимая для раздавливания, что показало,

что точность выражения достаточна для инженерного уравнения. Мощность, затрачиваемая на процесс дробления при различных частотах вращения интервалов дробления, определена в настоящем исследовании, кроме того, на частотах вращения зубчатых барабанов определены теоретические значения мощности, затрачиваемой на процесс дробления. Проведено сравнение этих теоретических значений мощности с экспериментальными значениями, выявленными в ходе исследования. При обосновании конструктивно-технологической разработки дробилки был выбран диаметр зубчатых барабанов в соответствии с результатами теоретических исследований.

Ключевые слова: Дробилка, зубчатый барабан, процесс дробления, зерновые культуры, мощность, производительность, степень измельчения.

**Zh.Zh.Mustafin¹, E.Zh.Kaspakov¹, A.B.Rustembaev¹,
Y.Sarkynov², M.Zhetpeisov², Zh.Zhumagulov²**

¹ Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan, mustafin_j80@mail.ru, kaspakove@mail.ru, rustem.arman88@gmail.com

² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty city, Republic of Kazakhstan, yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE TOOTHED DRUM THRESHING MACHINE

Abstract

Investigation of the Diameter of Toothed Drums Installed on the Crusher During the Crushing of All Grain Crops, Rotational Speed, and the Gap Between the Two Drums.

Geometric parameters of the toothed drum that influence the grain crops during the crushing process were determined. It was established that energy consumption is reduced when crushing with toothed drums. As a result of theoretical research, the performance and speed of the grinder were defined. During the investigation, it was noted that the two counter-rotating drums should rotate at different speeds—one faster and another slower.

Furthermore, by considering the entry of the drum teeth into the grains and the arrangement of the grains along the length of the drum, the power required for crushing was determined, which indicated that the accuracy of the expression is sufficient for engineering equations. The power expended during the crushing process at various rotational frequency intervals was defined in this study. Additionally, theoretical values of the power spent on the crushing process at the rotational frequencies of the toothed drums were established.

A comparison of these theoretical power values with the experimental values obtained during the research was conducted. In justifying the design and technological development of the crusher, the diameter of the toothed drums was chosen based on the results of the theoretical studies.

Key words: Crusher, oothed drum, crushing process, cereal crops, power, productivity, degree of grinding.