DOI: 10.65322/j.srd.02162026.08

UDK 631.834:621.9

GO‘NG YIG‘ISHTIRISH MASHINASINING SHNEKLI ISHCHI ORGANI PARAMETRLARINI EKSPERIMENTAL ASOSLASH

Alikulov Sattar Ramazanovich, *t.f.d., professor,*
Qarshi davlat texnika universiteti,
Ochildiev Otabek Shodiyevich, *PhD, dotsent,*
Termiz davlat universiteti,
Nazarov Bobir Urazali o‘g‘li, *katta o‘qituvchi,*
E-mail: n.bobir1995@gmail.com,
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

Annotatsiya. *Maqolada qoramolchilik fermalarida go‘ngni mexanizatsiyalashgan holda yig‘ishtirish uchun mo‘ljallangan mobil mashinaning shnekli ishchi organi ish jarayonini eksperimental tadqiq etish natijalari keltirilgan. Tadqiqotlarda shnek diametri 200–400 mm, aylanish chastotasi 100–500 ayl/min, shnek qadami va diametri orasidagi nisbat S/D = 0,8; 0,9; 1,0 hamda lentali transportyor tezligi 0,40–0,70 m/s sharoitida mashinaning unumdorligi va energiya sarfiga ta’siri baholandi. Eksperimental stend qamrov kengligi 0,5 m, go‘ng qatlamining qalinligi esa 6 sm dan oshmagan. Olingan natijalar asosida shnekli ishchi organning optimal konstruktiv va texnologik parametrlari tavsiya etildi.*

Аннотация. *В статье приведены результаты экспериментальных исследований рабочего процесса шнекового рабочего органа мобильной машины, предназначенной для механизированной уборки навоза на животноводческих фермах. В ходе исследований была оценена степень влияния диаметра шнека 200–400 мм, частоты вращения 100–500 об/мин, соотношения шага шнека к его диаметру S/D = 0,8; 0,9; 1,0, а также скорости ленточного транспортёра 0,40–0,70 м/с на производительность машины и расход энергии. Экспериментальный стенд имел ширину захвата 0,5 м, при этом толщина слоя навоза не превышала 6 см. На основе полученных результатов были рекомендованы оптимальные конструктивные и технологические параметры шнекового рабочего органа.*

Abstrakt. *The article presents the results of experimental studies of the working process of the screw (auger) working body of a mobile machine designed for mechanized manure collection on cattle farms. In the research, the effects of the auger diameter (200–400 mm), rotational speed (100–500 rpm), the ratio of auger pitch to diameter (S/D = 0.8; 0.9; 1.0), and the belt conveyor speed (0.40–0.70 m/s) on the machine productivity and energy consumption were evaluated. The experimental stand had a working width of 0.5 m, and the thickness of the manure layer did not exceed 6 cm. Based on the obtained results, optimal design and technological parameters of the auger working body were recommended.*

Kalit so‘zlar: *shnek, go‘ng yig‘ishtirish, eksperiment, unumdorlik, energiya sarfi, yig'ishtirish to'liqligi, aylanish tezligi.*

Ключевые слова: *шнек, уборка навоза, эксперимент, производительность, энергозатраты, полнота уборки, частота вращения.*

Keywords: *screw conveyor, manure cleaning, experiment, productivity, power consumption, cleaning efficiency, rotational speed.*

Kirish. So‘nggi yillarda chorvachilik komplekslarida ishlab chiqarish hajmining oshishi bilan bir qatorda go‘ngni yig‘ishtirish va utilizatsiya qilish bilan bog‘liq texnologik jarayonlarning energiya va mehnat sig‘imi sezilarli darajada ortib bormoqda [1-4]. Amaldagi statsionar skreperli, zanjirli va lentali transportyorlar asosidagi tizimlar yuqori ekspluatatsion xarajatlar, tez-tez texnik nosozliklar, metall qismlarining massasi kattaligi hamda konstruktiv moslashuvchanlikning

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.08

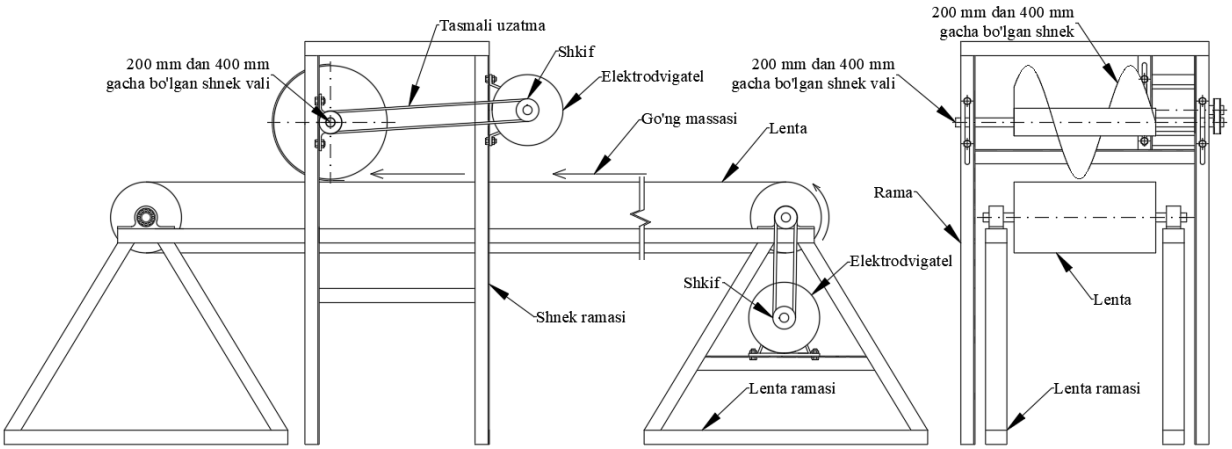
pastligi bilan tavsiflanadi [5,6]. Bu holatlar ishlab chiqarish tannarxining oshishiga va chorvachilik mahsulotlari raqobatbardoshligining pasayishiga olib kelmoqda.

Ilmiy adabiyotlarda shnekli ishchi organlarning go‘ngni uzatish jarayonidagi afzalliklari – soddaligi, ixchamligi va shnek kanali bo‘ylab to‘lib tashilish xususiyati qayd etilgan bo‘lsada, ularning konstruktiv-texnologik parametrlarini asoslash masalasida yagona yondashuv shakllanmagan [7-11]. Ko‘plab tadqiqotlarda shnekning diametri, aylanish chastotasi va qadam nisbatining ta’siri alohida-alohida o‘rganilgan bo‘lib, ularning o‘zaro bog‘liq holdagi ta’siri, ayniqsa mobil mashinalar sharoitida yetarli darajada tahlil qilinmagan [12].

Bundan tashqari, mavjud ishlarda ko‘pincha statsionar qurilmalar uchun olingan natijalar mobil texnikalarga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tatbiq etilib kelinmoqda. Holbuki, mobil mashinalarda traktor tezligi, go‘ng qatlamining o‘zgaruvchanligi hamda ishchi organ bilan qoplama orasidagi dinamik o‘zaro ta’sir texnologik jarayonning barqarorligiga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli shnekli ishchi organning ish samaradorligini real ekspluatatsion sharoitlarga yaqin holda, eksperimental stendda tadqiq etish ilmiy jihatdan muhim hisoblanadi.

Yuqoridagi muammolarni inobatga olgan holda, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – shnek diametri, aylanish chastotasi, qadam nisbatining va traktor tezligining mobil go‘ng yig‘ishtirish mashinasining unumdorligi, energiya sarfi hamda yig‘ishtirish to‘liqligiga ta’sirini eksperimental usulda baholash va shnekli ishchi organ uchun optimal konstruktiv-texnologik parametrlarni asoslashdan iborat.

Materiallar va uslublar. Shnekli ishchi organlarning unumdorligi ularning diametri, qadami, aylanish tezligi va to‘lish koeffitsiyentiga bog‘liq bo‘lib, bu ko‘rsatkichlar ko‘plab tadqiqotlarda o‘rganilgan [14, 15]. Tadqiqot obyekti sifatida go‘ngni mexanik usulda yig‘ishtirish jarayonini o‘rganishga mo‘ljallangan laboratoriya stendi tanlandi. Stend konstruktsiyasi shnekli ishchi organ, shnekni harakatga keltirish uchun elektrodvigatel, tasmali uzatma, elektr chastotasini rostlagich, go‘ng massasini tashish uchun 0,5 metrli tasmali transportyor, tasmali transportyorni 0,40-0,70 m/s da harakatga keltirish uchun elektrodvigatel va ikkita alohida ramadan tashkil topgan (1-rasm).



1-rasm. Go‘ng yig‘ishtirish mashinasining laboratoriya stendi

Stend konstruksiyasi turli qalinlikdagi va namlikdagi go‘ng qatlamlari bilan tajribalar o‘tkazishga imkon beradi.

Tajriba jarayonida quyidagi uskunalar va asboblar qo‘llanildi:

- 2,2 kVt quvvatli asinxron elektrodvigatel;
- shnek aylanish tezligini rostlash uchun inverter;
- aylanish tezligini aniqlash uchun raqamli taxometr;

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.08

- elektr quvvat sarfini o‘lchash uchun vatmetr;
- lenta tezligini aniqlash uchun kontaktli tezlik o‘lchagich;
- go‘ng massasi miqdorini aniqlash uchun elektron tarozi;
- tajriba vaqtini belgilash uchun sekundomer.

Tajriba ishlari quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirildi:

1 Stend ishga tayyor holatga keltirildi va barcha mexanik uzatmalar sozlandi.

2 Shnek diametri 200 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm va 400 mm qiymatlarda hamda shnek qadam nisbati S/D 0,8; 0,9; 1,0 qilib alohida-alohida o‘rnatildi.

3 Lenta ustiga qalinligi 2-6 sm bo‘lgan go‘ng massasi bir tekisda joylashtirildi va lentani inverter bilan jihozlangan elektrodvigatel yordamida tezligi doimiy ravishda 0,40-0,70 m/s oralig‘ida boshqarildi.

4 Elektr dvigatel ishga tushirilib, shnekning aylanish tezligi 100-500 ayl/min oralig‘ida inverter yordamida o‘zgartirildi.

5 Har bir rejimda:

- shnek aylanish tezligi,
- lenta harakat tezligi,
- uzatilgan go‘ng massasi miqdori,
- sarflangan elektr quvvati o‘lchab qayd etildi.

6 Tajribalar har bir rejim uchun kamida 3 marotaba takrorlanib, o‘rtacha qiymatlar qabul qilindi.

Eksperimental tadqiqot jarayonida shnekli ishchi organning asosiy texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari – unumdorlik, energiya sarfi va yig‘ishtirish to‘liqligi aniqlanib, hisoblashlar quyidagi formulalar asosida amalga oshirildi [16, 17].

Mashina unumdorligi quyidagi formula (1) bilan hisoblandi:

$$Q = \frac{B \cdot h \cdot \vartheta \cdot \rho \cdot \eta}{1000} \quad (1)$$

bu yerda: B – qamrov kengligi, 0,5 m; h – go‘ng qatlam qalinligi, m (≤0,06); v – traktor tezligi, m/s (0,40-0,70); ρ – go‘ng hajmiy massasi, 800 kg/m³; η – yig‘ishtirish to‘liqligi, 0,85-0,95;
Shnekning nazariy hajmiy unumdorligi quyidagi formula (2) bilan aniqlandi:

$$Q_n = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot n \cdot \varphi \quad (2)$$

bu yerda: D – shnek diametri, m; S – shnek qadami, m; n – shnekning aylanish tezligi, ayl/min; φ – go‘ng massasining shnek ichida to‘lish koeffitsiyenti (0,35–0,6).

Formuladagi go‘ng massasining shnek ichida to‘lish koeffitsiyenti (φ) qiymatini juda ko‘lab olimlar o‘zining ilmiy ishlarida tadqiq qilgan. Xususan Mondal va Ghosh (2018) o‘zlarining ilmiy maqolasida shnek ichidagi materialning to‘lish koeffitsienti φ tajriba asosida topilgan. Bu yerda shnekning haqiqiy massaviy oqimi o‘lchanadi va nazariy maksimal oqim bilan solishtiriladi, shundan φ ni aniqlash formulasi (3) hosil qilinadi. Natijada φ juda yuqori chiqadi, chunki shnek doimiy va to‘liq material bilan ta’minlangan.

$$\varphi = \frac{Q_{haq}}{Q_{naz}} \quad (3)$$

bu yerda: Q_{haq} –shnekning haqiqiy unumdorligi, m^3; Q_{naz} –shnekning nazariy unumdorligi, m^3.

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.08

Shnek ichida to‘lish koeffitsiyenti (φ) qiymatini aniqlashdagi formula (4) shnekning nazariy hajmiy unumdorligini aniqlashdagi formuladan (2) farqli ravishda shnekning geometrik parametrlari va aylanish tezligi orqali aniqlanadi.

$$Q_{naz} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot n \quad (4)$$

Shnekli ishchi organning energiya sarfi elektr quvvati formulasi (5) orqali aniqlandi:

$$N = U \cdot I \cdot cos\varphi \quad (5)$$

bu yerda: N – elektr quvvat sarfi, W; U – elektr kuchlanishi, V; I – tok kuchi, A; cosφ – quvvat koeffitsiyenti.

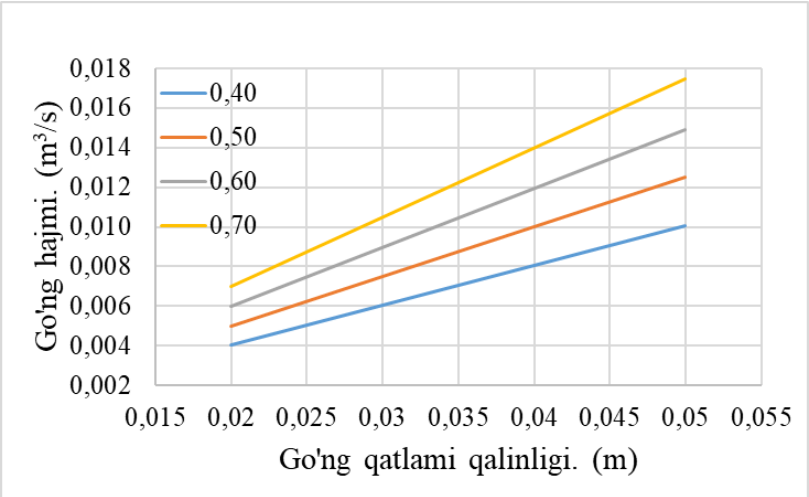
Yig‘ishtirish sifati quyidagi ko‘rsatkich formula (6) orqali baholandi:

$$\eta = \frac{m_{yig'}}{m_{umumiy}} \cdot 100\ \% \quad (6)$$

Yuqoridagi keltirilgan formulalar asosida bog‘langan grafiklar keltirib chiqariladi bu esa go‘ng yig‘ishtirish mashinasining optimal parametrlarini tanlashga yordam beradi.

Natijalar va munozara. Laboratoriya stendida o‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlar shnekli ishchi organning konstruktiv va texnologik parametrlarining go‘ngni yig‘ishtirish jarayoniga kompleks ta’sirini aniqlash imkonini berdi. Tajribalar davomida shnek diametri, shnek qadami va diametri nisbatlari, aylanish tezligi, go‘ng qatlamining qalinligi hamda lentali transportyorning chiziqli tezligi o‘zgaruvchan omillar sifatida qabul qilindi. Barcha tezlik rejimlari elektrodvigatelga o‘rnatilgan chastota rostlash qurilmasi orqali silliq boshqarildi, bu esa tajribalar aniqligi va takrorlanuvchanligini ta’minladi.

Lentali transportyor tezligi va go‘ng qatlam qalinligining kelayotgan hajmga ta’siri 2-rasmdagi 2D grafiklar orqali tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, barcha qatlam qalinliklari uchun kelayotgan hajm transportyor tezligining ortishi bilan chiziqli ravishda oshadi. Qatlam qalinligi 2 sm dan 5 sm gacha oshirilganda, bir xil tezlikda kelayotgan hajm 2-2,5 baravargacha ortishi kuzatildi.



2-rasm. Lentali transportyor tezligi va go‘ng qatlam qalinligining kelayotgan hajmga bog‘liqligi

Bu holat shnekli ishchi organning yuklanish darajasi asosan lentadan kelayotgan hajm bilan belgilanishini ko‘rsatadi va keyingi bosqichda shnek aylanish tezligini moslashtirish zarurligini asoslaydi. Bu holat boshqa tadqiqotlar natijalari bilan ham mos keladi [13,14].

Shnek unumdorligini eksperimental tadqiq etishda turli diametrli va o‘zgaruvchan qadamli shnekni stendga o‘rnatildi. Bunda shnek diametri 200 mm dan 400 mm gach, uning o‘zgaruvchan qadami va diametri nisbati 0,8; 0,9; 1,0 ni tashkil qildi. Ma’lum bir diametrli va qadamdagi shnek

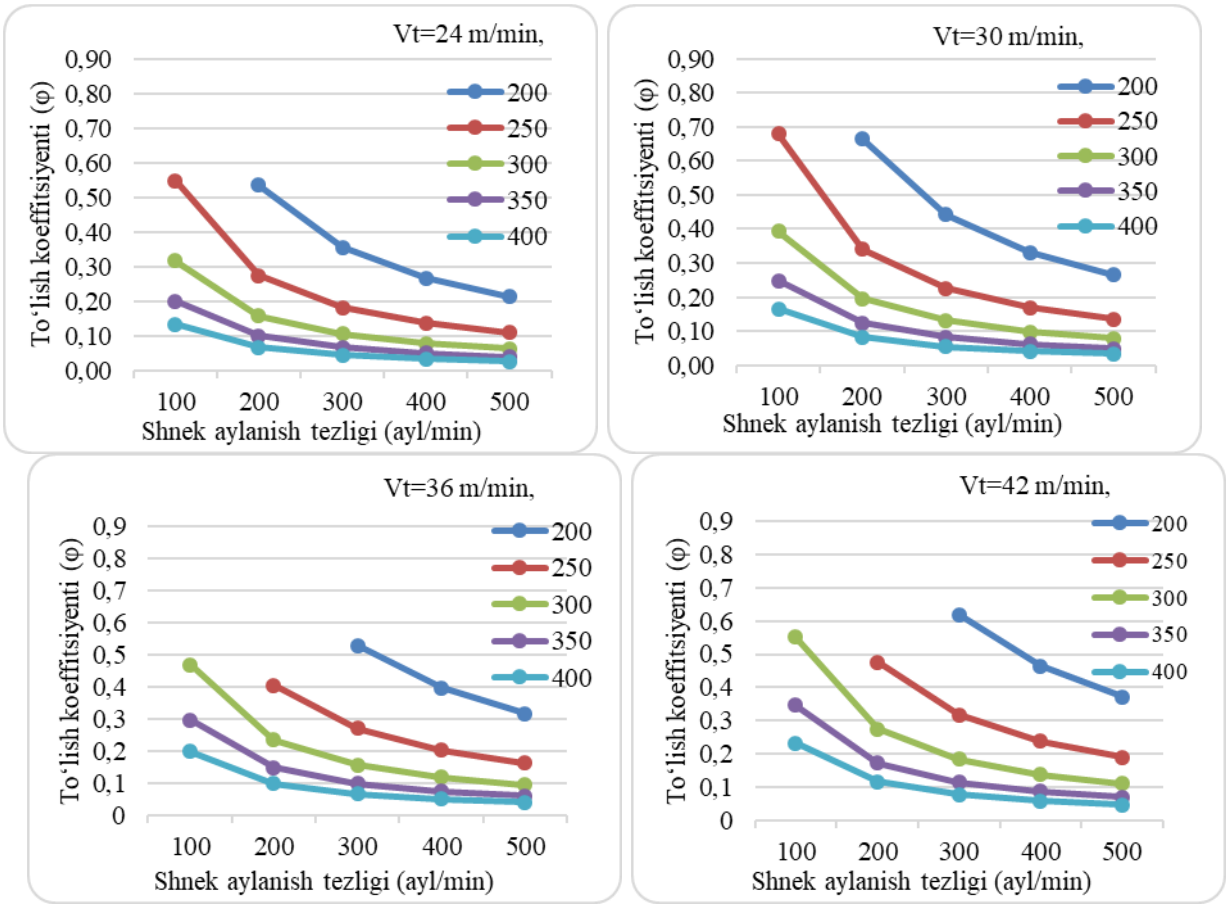
DOI: 10.65322/j.srd.02162026.08

stendga o‘rnatilganda aylanish tezligi 100 dan 500 gacha o‘zgartirildi va natijalar tahlil qilindi (1-jadval).

1-jadval

Shnek diametri va aylanish tezligining unumdorlikka ta’siri

Shnek diametri, m.	Shnek qadami, m.	Shnek aylanish tezligi, ayl/min	Go‘ng qatlami qalinligi, m.	Shnekning nazariy unumdorligi, m^3/min				
				Shnek diametri 200 mm dan 400 mm gacha, qadami va diametr nisbati 0,9				
				200	250	300	350	400
200	180	100	0,02	0,6	1,1	1,9	3,0	4,5
250	225	200	0,03	1,1	2,2	3,8	6,1	9,0
300	270	300	0,04	1,7	3,3	5,7	9,1	13,6
350	315	400	0,05	2,3	4,4	7,6	12,1	18,1
400	360	500	0,06	2,8	5,5	9,5	15,1	22,6



3-rasm. Shnekning haqiqiy va nazariy unumdorligi nisbati orqali aniqlangan to‘lish koeffitsiyentining turli xil shnek diametri va aylanish tezliklaiga bog‘liqlik grafiklari

Eksperiment davomida go‘ng massasining shnek ichida to‘lish koeffitsiyenti (φ) qiymatini aniqlash amalga oshirildi. Bu to‘lish koeffitsiyenti (φ) qiymatini aniqlash go‘ng massasini olib kelayotgan lentali transportyor tezligi minimaldan maksimal qiymatga, shnek aylanish tezligi esa maksimaldan minimalgacha tushirilib shnekka go‘ng massasi tiqilish holati boshlanish paytidagi

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.08

shnekning parametrlari asosida nazariy unumdorligi va haqiqiy unumdorligi aniqlanib to‘lish koeffitsiyenti (φ) qiymatlari (3) formula asosida hisoblandi.

Tajribalar har bir holatni inobatga olgan holda amalga oshirildi. Lentali transportyor tezligi V_t=24, 30, 36 va 42 m/min ni tashkil etdi. Go‘ng qatlami qalinligi 0,02–0,06 m gacha o‘zgartirildi hamda 5 xil shnek diametri va aylanish tezligi 100–500 ayl/min gacha oshirildi. Tajriba davomida kichik diametrli shnek past aylanish tezligida go‘ng massasining tiqilish holati kuzatildi bu esa o‘sha paytdagi shnek aylanish tezligini ortirib tajribani davom ettirishga sababchi bo‘ldi. Bu holat oldingi ishlarda ham qayd etilgan [3,10]. Katta diametrli shnek yuqori tezlikda aylanganda nisbatan to‘lish koeffitsiyenti pastligi aniqlandi [16].

Xulosa. Keltirilgan formulalar shnekli ishchi organning ish jarayonini har tomonlama baholash imkonini beradi. Unumdorlikni aniqlash uchun qo‘llanilgan (1) va (2)-formulalar tajribaviy va nazariy natijalarni taqqoslashga xizmat qiladi. Bu esa shnek diametri, qadami va aylanish tezligining go‘ngni uzatish jarayoniga real ta’sirini aniqlash imkonini yaratadi.

Nazariy hajmiy unumdorlikni hisoblashda shnekning geometrik parametrlari (diametri va qadami) hamda aylanish tezligi asosiy omillar sifatida qabul qilindi. Formulada kiritilgan to‘lish koeffitsiyenti φ esa go‘ng massasining ishchi organ ichida to‘lish darajasini hisobga olishga imkon beradi.

Tajriba natijalari tahlili shuni ko‘rsatadiki lentali transportyor tezligi 24 m/min, shnek diametri 200 mm va uning aylanish tezligi 100 ayl/min bo‘lgan paytda shnek kelayotgan go‘ng massasini qabul qilolmadi, tiqilish yuzaga keldi. Shnek aylanish tezligi va diametrini oshirish orqali tiqilish tiqilish holatini oldi olindi ammo to‘lish koeffitsiyenti (φ) qiymati pasayib bordi.

Lentali transportyor tezligi 42 m/min, shnek diametri 200 mm va uning aylanish tezligi 100 ayl/min dan 200 ayl/min gacha bo‘lgan paytda shnek kelayotgan go‘ng massasini qabul qilolmay tiqilish holati yuzaga keldi. Shnek aylanish tezligini oshirish natijasida tiqilish holati yuzaga kelmadi.

Energiya sarfini aniqlashda elektr dvigatelning real ish rejimi hisobga olinib, kuchlanish, tok va quvvat koeffitsiyenti o‘lchov natijalari asosida aniqlanadi.

Yig‘ishtirish to‘liqligi ko‘rsatkichi shnekli ishchi organning ish sifati va go‘ngni yig‘ishtirish samaradorligini baholash uchun qo‘llanildi. Ushbu ko‘rsatkich orqali ishchi organning optimal parametrlari aniqlanib, go‘ngning yig‘ishtirish darajasi baholandi.

Umuman olganda, taklif etilgan o‘lchash va hisoblash metodikasi shnekli ishchi organning konstruktiv-texnologik parametrlarini kompleks baholash imkonini beradi hamda eksperimental natijalar asosida shnekning optimal diametri 300 mm ekanligi, aylanish tezligi 200 ayl/min dan 300 ayl/min gacha bo‘lishi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Китун А. В., Швед И. М., Бондарев С. Н. Оптимизация выбора оборудования для удаления навозамеханическими стационарными средствамина животноводческих фермах и комплексах //Вестник БарГУ Серия «Технические науки». – 2022. – С. 85-85.
2. Христинин Н. М. Современные технические средства для уборки навоза и их потребительские свойства по результатам испытаний на ФГБУ «Подольская МИС» //Техника и технологии в животноводстве. – 2017. – №. 3 (27). – С. 177-180.
3. Коняев Н. В. и др. Навозоуборочный шнековый транспортер. – 2016.
4. Ледвянкин А. А. Снижение энергоёмкости очистки стойл от навоза с обоснованием конструктивно-режимных параметров очистителя : дис. – Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2004.
5. Шигапов И. И., Краснова О. Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза //Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. – 2016. – №. 15. – С. 107.

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.08

6. Хитрова Н. В. Конструкции винтовых и шнекофрезерных рабочих органов погрузчиков непрерывного действия //Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства. – 2015. – С. 145-154.

7. Скоркин В. К., Ларкин Д. К., Аксенова В. П. Технологические и технические решения типоразмерного ряда молочно-товарных ферм до 1200 голов //Техника и технологии в животноводстве. – 2015. – №. 3 (19). – С. 4-12.

8. Труфанов Б. С. Совершенствование технологии уборки навоза с разработкой устройства для разрушения пласта при содержании свиней на глубокой подстилке : дис. – Мичуринский государственный аграрный университет, 2010.

9. Степук Л. Я., Микульский В. В. К вопросу создания перспективного пассивно-активного скрепера к мобильным навозоуборочным машинам //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2022. – №. 52. – С. 220-224.

10. Шигапов И. И. Разработка и обоснование технологий и технических средств уборки навоза из животноводческих помещений и его переработки : дис. – Башкирский государственный аграрный университет, 2017.

11. Шигапов И. И., Артемьев В. Г., Кадырова А. М. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза //Сельский механизатор. – 2012. – №. 10. – С. 22-24.

12. Nazarov B. Mobil go‘ng yig‘ishtirish mashinasining shnekli ishchi organi parametrlarini asoslash //Ta’lim, fan va innovatsiya. – 2024. - №2. -B. 69-73.

13. Xujie L. I. et al. Design and test of the integrated machine for self-propelled manure collection and bagging in flat chicken coops //Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2024. – Т. 40. – №. 3. – С. 251-261.

14. Karwat B., Rubacha P., Stańczyk E. Optimization of a screw conveyor's exploitation parameters //Eksploatacja i Niezawodność. – 2021. – Т. 23. – №. 2.

15. Wang C. et al. Test and analysis of performance of screw conveyor for rubbing and breaking corn straw //Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015. – Т. 31. – №. 21. – С. 51-59.

16. Guo Q. et al. Optimization of the Screw Conveyor Device Based on a GA-BP Neural Network //Machines. – 2025. – Т. 13. – №. 1.

17. Pankiv M. et al. Methodology for refining the performance of screw conveyor //Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2022. – Т. 105. – №. 1. – С. 95-107.