

РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Элбеков Жасурбек Улугбек угли

Ассистент. Навоийский государственный горно-технологический университет

Зиёдуллаев Улугбек Усмон угли

Студент. Навоийский государственный горно-технологический университет

Аннотация: Приведенные выше сведения помогут осуществить переход к следующему этапу. Априорные сведения дают некоторые представления о характере действия факторов. Источниками таких сведений могут послужить теория изучаемого процесса, опыт работы с аналогичными процессами или предварительные опыты и т.д. Так же стоит учитывать тот факт, что эксперимент проводится в локальной области факторного пространства и коэффициент отражает влияние этого фактора только в этой области. Заранее не известно, в какой мере можно распространять результаты на другие области.

Ключевые слова:

Abstract: The above information will help to make the transition to the next stage. A priori information gives some ideas about the nature of the action of factors. The sources of such information can be the theory of the process being studied, experience of working with similar processes or preliminary experience, etc. It is also worth considering the fact that the experiment is carried out in a local area of the factor space and the coefficient reflects the influence of this factor only in this area. It is not known in advance to what extent the results can be extended to other areas.

Key words:

ВВЕДЕНИЕ: В данном же случае такими априорными сведениями служат исследования в области технической эксплуатации шин. Чтобы подтвердить или опровергнуть соответствие расчетных значений априорным сведениям, необходимо построить зависимость, имеющую подобный этим сведениям вид. Априорная информация представляет собой кривую, построенную в двумерном пространстве, показывающую характер зависимости ресурса шин от внутреннего давления. В данном случае, получена трехмерная поверхность отклика, которая показывает характер зависимости интенсивности износа шин от двух факторов. Чтобы построить зависимость от одного фактора, необходимо рассмотреть кривую, полученную в сечении поверхности отклика параллельно оси координат рассматриваемого фактора. С аналитической точки зрения, необходимо «застопорить» какие-то из рассматриваемых факторов в каком-либо значении, а интенсивность рассчитать несколько раз, с постоянным

перебором принимаемых значений фактора по принципу от минимального к максимальному. В таком случае будет получен ряд значений, представляющих собой кривую, описывающую зависимость интенсивности износа от фактора давления. Ресурс шины I можно определить следующим отношением

$$I = \frac{H}{J}$$

где H - глубина протектора новой шины за вычетом остаточной глубины протектора, при котором списывается шина, $H = 150 - 25 = 125$ мм; J - средняя интенсивность износа. Рассмотрим два способа определения давления в "холодной" шине, при котором в эксплуатирующейся "горячей" шине устанавливается номинальное давление. В соответствии с правилами эксплуатации при техническом обслуживании, когда температуры шины и воздуха в ней становятся равными температуре окружающего воздуха, например температуре в гараже t_r , шину надувают до некоторого давления p_r . Далее в процессе эксплуатации шина и воздух в ней нагреваются, давление воздуха увеличивается и достигает номинального значения p_n . Требуется определить давление p_r . В эксплуатируемой шине устанавливается температурное поле, главной характеристикой которого является максимальная температура t_m , которая зависит от различных факторов: конструктивных особенностей шины, степени износа протектора, повреждений каркаса, средней эксплуатационной скорости и радиальной нагрузки, поперечного и продольного профилей дороги, давления воздуха в шине, температуры и влажности атмосферного воздуха. Режимы эксплуатации разрабатываются таким образом, чтобы температура t_m была близка к предельно допустимому значению $t_d = 105-115$ °C, но не превышала его. Значительное уменьшение t_m по сравнению с t_d , как правило, обусловлено недогрузкой шины, при котором ее эксплуатационные возможности используются неполностью. Повышение максимальной температуры t_m до значений, превышающих t_d недопустимо, так как это приводит к тепловому разрушению шины. Изменение давления в шине $p_{ш}$ вследствие изменения температуры описывается известным из физики уравнением для термодинамических процессов, происходящих при постоянном объеме:

$$p_{ш}' = p_r' [(t_{вш} + 273) / (t_r + 273)], \quad (1)$$

где $p_{ш}'$ и p_r' — абсолютные давления в шине при температурах $t_{вш}$ и t_r соответственно;

$t_{вш}$ — температура воздуха в шине в процессе эксплуатации.

Как показывают расчеты и измерения, температура воздуха в шине $t_{\text{вн}}$ отличается от максимальной температуры в шине t_m не более чем на 15-20 °С, поэтому можем записать:

$$t_{\text{вн}}=t_m-20 \quad (2)$$

Рассмотрим случай, когда режим эксплуатации шины оперативно корректируется таким образом, чтобы температура t_m в течение года была примерно постоянной и равнялась t_d . Очевидно, что подобные режимы являются оптимальными-эксплуатационная производительность и ресурс шины достигают максимальных значений. Полагая $t_d=110$ °С, с учетом уравнения (4.2) из уравнения (4.1) получаем следующее выражение для расчета искомого давления:

$$p_r=[(p_n-0,1)(t_r+273)/363]-0,1 \quad (3)$$

где p_r и p_n —избыточные по отношению к атмосферному давления.

Рассчитать давление p_r в шине 33.00—51, которое нужно установить в гараже при техническом обслуживании; температура в гараже $t_r=10$ °С, режимы эксплуатации оперативно оптимизируются. По табл. 4.1 находим, что номинальное давление в нагретой шине $p_n =0,62$ МПа. По формуле (3) получаем:

$$p_r=[(0,62+0,1)(10+273)/363]-0,1=0,443 \text{ МПа.}$$

Таблица - 1

Технические характеристики КГШ

Показатели	18.00-25	21.00-33	27.00-49	33.00-51	40.00 - 57
Норма слойности	32	32	48	50	60
Наружный диаметр, мм	1615 ± 25	1940 ±30	2690 ±40	3045 ± 45	3575 ±53
Ширина профиля, мм	498 ±15	571 ± 18	765 ±25	930 ± 25	1140 + 35
Масса, кг	320	525	1345 ±40	2096 ± 63	3500 ±105
Глубина протектора по индикатору износа, мм	37	35	73.5	89	95.5
Максимальная допустимая нагрузка, кг	8650	12000	24600	32500	50500
Максимальная допустимая скорость, км/ч	50	50	50	50	50
Давление в нагретой шине, кПа	710	670	570	610	610

Рассмотрим другой крайний случай, когда оперативная оптимизация режимов эксплуатации не производится; средняя радиальная нагрузка на шину передняя эксплуатационная скорость автосамосвала примерно постоянны в течение года и таковы, что в наиболее жаркий период максимальная температура равна допустимой. Очевидно, что при этом шины в холодное время года работают на пониженных скоростях. Для вывода расчетной зависимости воспользуемся следующим эмпирическим правилом: при изменении температуры атмосферного воздуха на 1°C максимальная температура в шинах карьерных автосамосвалов повышается примерно на $0,6^{\circ}\text{C}$. Эту зависимость между температурами можно выразить следующим образом.

$$t_m = t_{мл} - 0,6(t_{ол} + t_o) \quad (4)$$

где $t_{мл}$, $t_{ол}$ — соответственно максимальная температура шины и атмосферного воздуха в наиболее жаркий период года; t_m и t_o те же температуры при проведении технического обслуживания.

Полагая $t_m = t_d = 110^{\circ}\text{C}$, из уравнений (4.1), (4.2) и (4.4) получаем еще одну зависимость для определения давления p_r :

$$p_r = \frac{(p_n + 0,1)(t_r + 273)}{363 - 0,6(t_{ол} - t_o)} - 0,1 \quad (5)$$

Рассчитать давление p_r в шине 33.00—51, которое нужно установить при техническом обслуживании; $p_n = 0,62$ МПа, температура в гараже $t_r = 10^{\circ}\text{C}$, средняя температура самого жаркого месяца $t_{ол} = 20^{\circ}\text{C}$, температура атмосферного воздуха в период проведения технического обслуживания $t_{ол} = -25^{\circ}\text{C}$, режимы эксплуатации в течение года не оптимизируются. По формуле (4.5) получаем:

$$p_r = \frac{(0,62 + 0,1)(10 + 273)}{363 - 0,6(20 - (-25))} - 0,1 = 0,51 \text{ МПа}$$

Рассмотренные случаи расчета давления в "холодной" шине наглядно показывают необходимость разработки режимов и правил для конкретных условий эксплуатации. Действительно, при сравнении результатов расчетов по формулам (3) и (5) видно, что расчетные значения отличаются на 14% - подобная ошибка в определении давления недопустима. Кроме того, правила должны учитывать позицию шины, так как в настоящее время шины передних колес имеют нагрузку на 10-15% большую, чем сдвоенные задние.

Результаты расчета по формулам приведены в табл. 2, из которой видно, что температура в передних шинах в среднем примерно на 26°C выше, чем у задних при эксплуатации в карьерах глубинного типа с преимущественным грузовым движением на подъем. При этом максимально допустимая температура в передних шинах $t_d^n = 110^{\circ}\text{C}$ достигается при эксплуатационных

скоростях автосамосвалов $V=14,2$ км/ч, в задних шинах температура t_d^3 устанавливается при $V=20,8$ км/ч. Уменьшение высоты протектора позволяет увеличить допустимую скорость автосамосвала. Предельные значения допустимых скоростей V_d автосамосвалов должны проверяться и уточняться для конкретных условий эксплуатации, особенно в районах с жарким климатом.

Анализ скоростных режимов эксплуатации автосамосвалов показывает, что на большинстве предприятий, особенно в летний период и в районах с жарким климатом, эксплуатационные скорости машин превышают предельно допустимые. В результате на этих предприятиях значительно увеличивается число шин, вышедших из эксплуатации вследствие вздутий, отслоений протектора и расслоений каркаса. Рассмотренные выше вопросы, возникающие при определении фактической эксплуатационной нагрузки, являются наиболее важными и должны решаться при организации эксплуатации шин и автосамосвалов на современном уровне. Способы решения могут быть разными, в том числе отличными от представленных здесь, но в любом случае необходимо получать корреляционные соотношения для конкретных условий эксплуатации, определенных размеров и моделей шин с учетом степени износа и видов выполненных ремонтов. Без этого оптимизация эксплуатации шин невозможна.

Таким образом, необходимыми и достаточными условиями реализации всего заложенного в конструкцию шин карьерных автосамосвалов ресурса является соблюдение общих правил эксплуатации и гибкая регламентация эксплуатационных нагрузок.

Таблица-2

Максимальные температуры шин 27.00 – 49

Позиция шины	Оставшаяся высота протектора, мм	Температура шин при различных эксплуатационных скоростях автосамосвалов (км/ч), °C					Допустимые эксплуатационные скорости, км/ч
		10	12	14	16	18	
Передняя	70-72	94	101	109	117	125	14.2
Задняя	70-72	68	76	83	91	99	20.8
Передняя	40-50	84	93	102	111	121	15.7
Задняя	20-30	68	73	77	81	86	29.4

Экономический эффект складывается из того, что система мониторинга постоянно информирует водителя и техническую службу о фактическом

давлении в шинах. Соответственно, знания о фактическом давлении в конкретный момент времени, позволит существенно уменьшить отклонения давления в шинах от нормативного в среднем по парку. Это позволит избежать потерю ресурса шин и перерасход топлива, связанные с отклонениям давления. В общем виде экономический эффект от экономии топлива и увеличения ресурса шин будет выглядеть следующим образом

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ш}} + \mathcal{E}_{\text{т}} \quad (6)$$

Экономический эффект от шин рассчитывается исходя из разности ресурсов при эксплуатации с среднестатистическим давлением в шинах на предприятии (0,51 МПа), и при нормативном давлении (0.62 МПа)

$$\mathcal{E}_{\text{ш}} = \mathcal{Z}_{\text{ш}} + \mathcal{Z}'_{\text{ш}} \quad (7)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{ш}}$ - затраты на шины, при эксплуатации с среднестатистическим давлением 0,51 МПа; $\mathcal{Z}'_{\text{ш}}$ - затраты на шины, при эксплуатации с давлением 0.62 МПа.

По стандартной методике [1,6,8,12] затраты на шины одного автомобиля могут быть найдены по формуле

$$\mathcal{Z}_{\text{ш}} = 0,01 \cdot L \cdot C_{\text{ш}} \cdot H_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ш}} \quad (8)$$

где L - годовой пробег автомобиля, $L = 122\,000$ км; $C_{\text{ш}}$ - стоимость одной шины, $C_{\text{ш}} = 102240000$ сум.; $n_{\text{ш}}$ - количество шин на автосамосвалов, $n_{\text{ш}} = 6$; $H_{\text{ш}}$ - норма определения затрат, которая находится по формуле

$$H_{\text{ш}} = \frac{90\%}{I} \quad (9)$$

где I - значения нормативного эксплуатационного пробега шин, км.

Норма определения затрат для шин, эксплуатируемых с давлением 0,51 МПа

$$H_{\text{ш}} = \frac{90}{120846} = 0,000745$$

Норма определения затрат для шин, эксплуатируемых с давлением 0,62 МПа

$$H_{\text{ш}} = \frac{90}{146324} = 0,000615$$

Затраты на шины при эксплуатировании с давлением 0,51 МПа составят

$$\mathcal{Z}_{\text{ш}} = 0,01 \cdot 122000 \cdot 102240000 \cdot 0,000745 \cdot 6 = 557555616$$

сум/автосамосвал за год.

Затраты на шины при эксплуатировании с давлением 0,62 МПа составят

$$\mathcal{Z}_{\text{ш}} = 0,01 \cdot 122000 \cdot 102240000 \cdot 0,000615 \cdot 6 = 460264032$$

сум/автосамосвал за год.

Используя формулу (4.7), был определен экономический эффект от увеличения ресурса шин

$$\mathcal{E}_{\text{ш}} = 557555616 - 460264032 = 97291584 \text{ сум на 1 автосамосвал в год.}$$

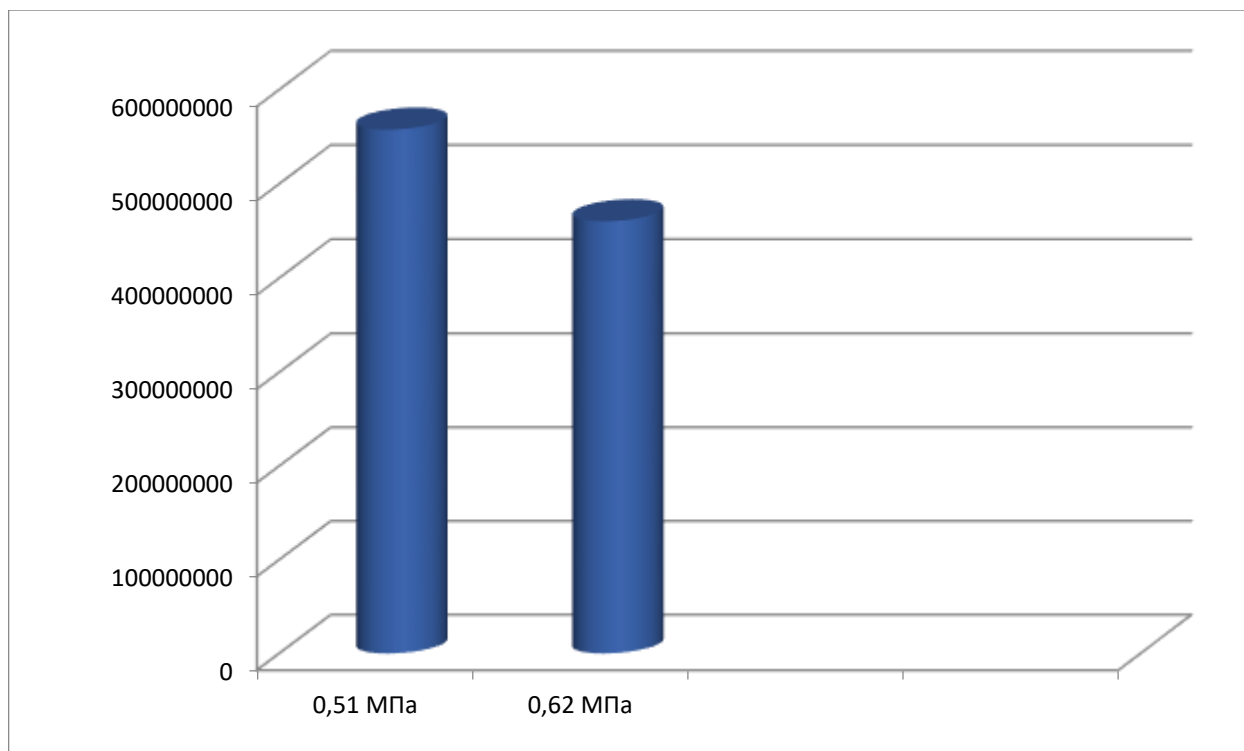


Рис. 1. Затраты на шины при эксплуатации с давлением

В общем виде экономический эффект от экономии топлива выглядят следующим образом

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{Z}_T + \mathcal{Z}'_T \quad (10)$$

где \mathcal{Z}_T - затраты на топливо при эксплуатации автосамосвалов со среднестатистическим давлением 0,51 МПа; \mathcal{Z}'_T - затраты на топливо при эксплуатации автосамосвал с близким к нормативному давлению 0,62 МПа.

Затраты на топливо в год на один автосамосвал определялись следующим образом

$$\mathcal{Z}_m = \frac{L \cdot q \cdot C_m}{100} = \frac{122000 \cdot 510 \cdot 5500}{100} = 3.4221 \text{ млн. сум}$$

где L - средний годовой пробег, км; q - средний расход топлива по автосамосвала л/100 км; C_m - стоимость литра топлива, сум.

Согласно разным литературным источникам [5,7,9,11,12], снижение давления в шине на 10% дает повышение расхода топлива на 4-6%, соответственно, необходимо снизить средний расход топлива на 5% и повторить расчет затрат на топливо

$$\mathcal{Z}'_m = \frac{0.95 \cdot L \cdot q \cdot C_m}{100} = \frac{0.95 \cdot 122000 \cdot 510 \cdot 5500}{100} = 3.251 \text{ млн. сум}$$

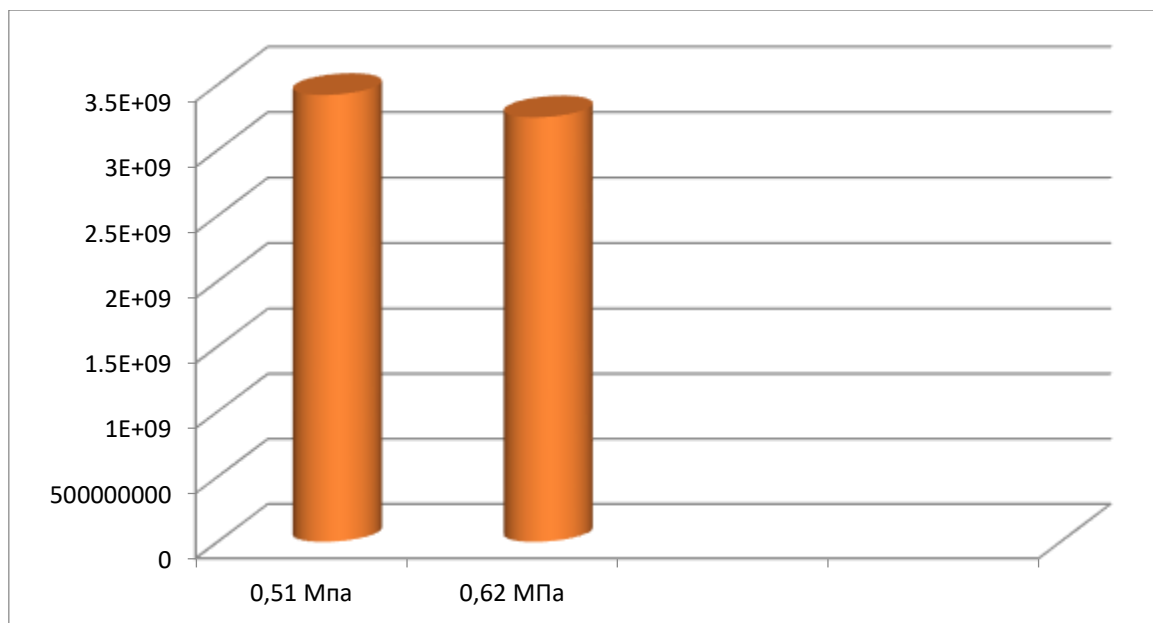


Рис. 2. Затраты на топливо в год на один автосамосвал

Тогда, используя формулу (4.7), получим экономический эффект от снижения расхода топлива на один автосамосвал в год

$$\mathcal{E}_m = 3.4221 - 3.251 = 171100000 \text{ сум}$$

Используя формулу (4.2), был определен общий экономический эффект от экономии топлива и увеличения ресурса

$$\mathcal{E} = 171100000 + \mathbf{97291584} = 268391584 \text{ сум на 1 автосамосвал в год.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: С использованием теории планирования многофакторного эксперимента проведены исследования интенсивности износа шин, которые позволяют количественно оценивать влияние давления и весомой нагрузки на ресурс шин.

Данные модели позволяют прогнозировать и управлять ресурсом шин на основе использовании систем мониторинга давления в шинах.

Согласно расчетным данным, при непрерывном контроле давления, ресурс шин можно повысить в среднем на 12 %, что в денежном эквиваленте составит 268391584 сум на 1 автосамосвал в год.

References

1. Lazizjon A., Shoxid H., Maftun U. Improved Application of Ecg Excavator Compressor Filter in Quarries //NATURALISTA CAMPANO. – 2024. – Т. 28. – №. 1. – С. 3210-3215.
2. Рахматов Б. Х. У., Усмонов М. З. У. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПУСКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА С ДВУХСКОРОСТНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ //Academic research in educational sciences. – 2024. – Т. 5. – №. 5. – С. 513-519.

3. Xamzayev A. A. et al. KARYER EKSKAVATORLARNING ELEKTR YURITMALARI ISH REJIMLARINI MANIPULYATOR YORDAMIDA TAHLIL QILISH //Academic research in educational sciences. – 2024. – Т. 5. – №. 5. – С. 638-648.
4. Haydarov S. B., Usmonov M. Z. EKSKAVATOR ISHCHI A'ZOLARINING ISH SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI TAHLIL QILISH //Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 70-78.
5. Usmonov M. Z. et al. DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF THE LEVER //Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research. – 2024. – Т. 2. – №. 2. – С. 72-76.
6. Товбаев А. Н. и др. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА С ДВУХСКОРОСТНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ //Интернаука. – 2017. – №. 24. – С. 41-43.
7. Usmonov M. STUDIES OF FACTORS AFFECTING TIRE WEAR //Технические науки: проблемы и решения. – 2021. – С. 117-121.
8. Maftunjon U. et al. TOG'JINSLARINI QAZIB OLIHDA KARYER EKSKAVATORINING ASOSIY MEKANIZMLARINING O'ZARO TA'SIRI //UK SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION. – 2022. – Т. 1. – №. 2. – С. 10-16.
9. Kayumov U. E. et al. KOMPRESSOR QURILMALARINI MOYLASH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISHNI TAHLIL QILISH //Innovations in Technology and Science Education. – 2023. – Т. 2. – №. 7. – С. 1122-1128.
10. Мустафаев О. Б. Мощность, развиваемая на забое скважины и влияние высоких температур на работу породоразрушающего инструмента //The 7th International scientific and practical conference" European scientific discussions"(May 23-25, 2021) Potere della ragione Editore, Rome, Italy. – 2021. – Т. 491. – С. 110.
11. Jasurbek Ulug'bek o'g E. et al. TASMALI KONVEYER TASMASI YUZNI TOZLASH UCHUN MOS QURILMA TURINI TANLASH //PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SCIENCE AND EDUCATION. – 2023. – Т. 1. – №. 7. – С. 15-17.
12. Kayumov U. E. et al. TASMALI KONVEYER ROLIKLARINING ISHLASH MUDDATINI OSHIRISH USULINI TAHLIL QILISH //Academic research in educational sciences. – 2023. – Т. 4. – №. 3. – С. 531-536.
13. Курбонов О. М., ЭЛБЕКОВ Ж. У. У., ИКРОМОВ Б. Х. У. АНАЛИЗ ВЫБОРА ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ВСКРЫШНЫХ РАБОТАХ ПРИ ОТКРЫТОМ РАЗРАБОТКЕ, СЛОЖНО СТРУКТУРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ //OPEN INNOVATION. – 2018. – С. 44- 48.

14. Polvonov N.O., “Tasmali konveyer tasmasining mexanik ta’sirlarga chidamliligini tahlil qilish” Academic Research in Educational Sciences, 885–892 p. <https://doi.org/10.24412/2181-1385-2022-2-885-892>
15. Polvonov N., Mamasharifov B. IMPROVING THE MAINTENANCE OF BELT CONVEYOR BELTS //PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SCIENCE AND EDUCATION. – 2023. – T. 1. – №. 10. – С. 100-103.
16. Курбонов О. М. и др. АНАЛИЗ И РАСЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ (ЦПТ) В КАРЬЕРАХ ГЛУБИНОЙ ВЫШЕ 400 МЕТРОВ //ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ. – 2018. – С. 140-144.
17. Omonboevich P. N. MECHANISMS FOR DEVELOPING STUDENTS'SKILLS IN THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES //European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol. – 2020. – Т. 8. – №. 9.
18. Jasurbek Ulug’bek o’g E. et al. TASMALI KONVEYER TASMASI YUZNI TOZLASH UCHUN MOS QURILMA TURINI TANLASH //PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SCIENCE AND EDUCATION. – 2023. – Т. 1. – №. 7. – С. 15-17.