

К ВОПРОСУ О ЦЕНТРИРОВАНИИ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ

Аннотация. Наибольший ущерб конвейерной ленте наносит поперечный сход. В результате взаимодействия движущейся ленты с неподвижными частями конвейера интенсивно изнашиваются борта ленты. Это приводит к сокращению срока службы ленты. Причины этого явления достаточно хорошо изучены, но сложность заключается в том, что все они действуют одновременно. Противодействие поперечному сходу ленты может быть осуществлено двумя способами: минимизацией действия причин, приводящих к поперечному сходу, и центрированием ленты. Рассмотрены известные конструкции центрирующих устройств и ошибки, встречающиеся на практике их применения. Ошибки обусловлены недопониманием эксплуатационников того, что силы, способствующие поперечному сходу ленты по величине переменны и не могут быть устранены статическим поворотом поддерживающей роликоопоры на некоторый угол в горизонтальной или вертикальной плоскостях. В качестве средств борьбы со сходом конвейерной ленты рекомендованы самоцентрирующие роликоопоры, поворотные в плане.

Ключевые слова: ленточный конвейер, износ ленты, причины, поперечный сход ленты, центрирование ленты, самоцентрирующая роликоопора.

DOI: 10.25018/0236-1493-2019-02-0-156-162

Поперечный сход конвейерных лент способствует их активному износу. Причины этого явления достаточно хорошо изучены. По месту сосредоточения причин износа конвейерные ленты представлены следующими элементами: тяговый сердечник, борт ленты, рабочая обкладка и нерабочая обкладка [1].

Наибольшее влияние на прочностные свойства лент и их эксплуатационную пригодность оказывают причины, связанные с износом борта ленты (стирание и порыв). Сложность проблемы заключается в том, что множество причин схода действуют одновременно [1–7]. Наиболее скрытыми причинами являются серповидность ленты и неравномерное распределение натяжения по ширине тягового сердечника (брак при изготовлении ленты). Остальные причины можно назвать рукотворными, зависящими от технической культуры обслуживающего персонала. Например: непра-

вильная стыковка отдельных отрезков ленты; перекося отрезков в плане или стыковка отрезков (ширина отрезков имеет допуск \pm) не по оси, а по борту ленты; монтаж линейного става с отклонением в плане от прямой линии или установка секций става не перпендикулярно почве выработки (т.е. с наклоном сечения става); установка поддерживающих роликоопор, даже на прямолинейном стае, с некоторым отклонением в плане от перпендикулярного к направлению движения ленты; установка любых барабанов с перекося в любой плоскости; увеличение сопротивления вращению роликов (или выход из строя) по одному краю ленты приведет к перераспределению натяжения по ее ширине; установка загрузочного устройства, не обеспечивающего симметричного расположения груза на приемной ленте — все это будет способствовать поперечному сходу ленты.

Противодействие поперечному сходу ленты может быть осуществлено минимизацией действия причин и центрированием ленты. В рамках статьи в дальнейшем рассмотрим центрирующие устройства.

На практике наиболее часто применяется центрирование ленты поворотом поддерживающих роlikоопор на некоторый угол в плане [5] (рис. 1, а) или наклоном в вертикальной плоскости [4, 10] (рис. 1, б). Подкупает простота [11]. Однако, чтобы избежать ошибок, часто встречающихся на практике, следует заметить, что сила, способствующая поперечному сходу ленты величина переменная. Она зависит от натяжения ленты, т.е. от количества груза на ленте и от его изменяющегося положения по длине конвейера. Поэтому центрирование ленты поворотом поддерживающих роlikоопор на некоторый угол в плане (рис. 1, а) или наклоном в вертикальной плоскости (рис. 1, б) способно привести к обратному эффекту, к сходу в противоположном направлении.

Кроме того, наклон поддерживающих роlikоопор на угол $\gamma = 4-5^\circ$ приводит уменьшению приемной способности на 10% [12].

Еще одна часто встречающаяся ошибка — это использование отбойных роlikо-

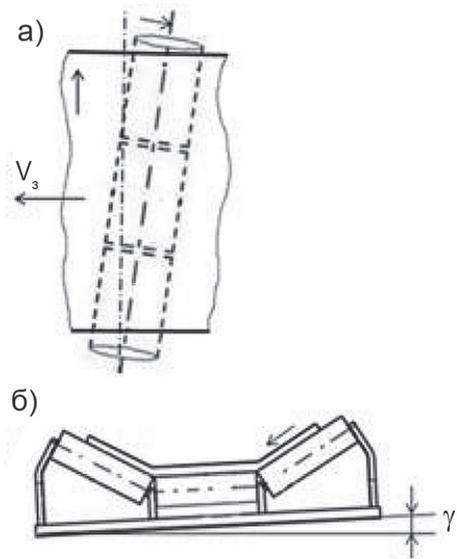


Рис. 1. Центрирование ленты поворотом поддерживающей роlikоопоры: в плане (а); в вертикальной плоскости (б)

Fig. 1. Center adjustment of belt by rotation of carrying roller: laterally (a); vertically (b)

ков для противодействия поперечному сходу ленты (рис. 3, а). Так как жесткость борта ленты меньше, чем жесткость обечайки ролика, лента будет вдавливаться в ролик и может изогнуться (сместиться) вверх (рис. 3, б). При смещении вверх возникает эффект «навинчивания» (рис. 3, а), т.е. лента перемещается по

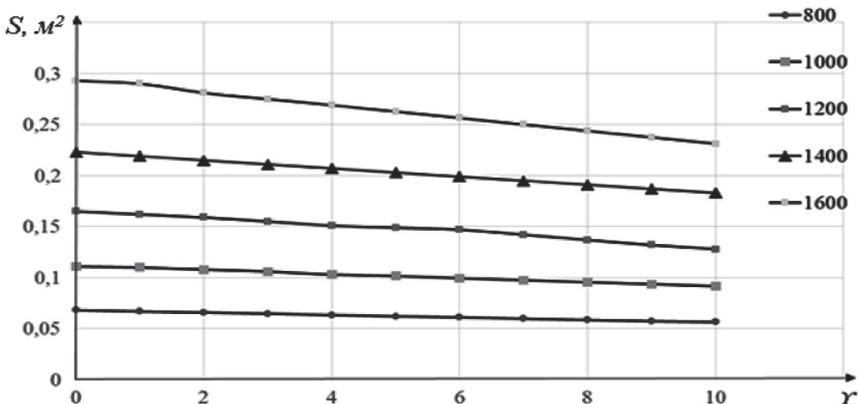


Рис. 2. Зависимость площади сечения груза на ленте от угла наклона роlikоопоры
Fig. 2. Relationship of load cross-section area on the belt and carrying roller incline angle

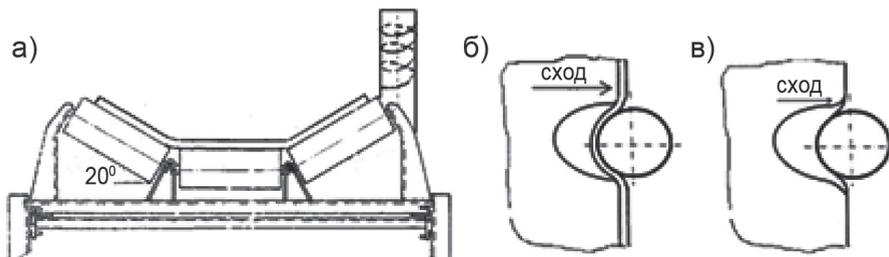


Рис. 3. Взаимодействие борта ленты с отбойным или дефлекторным роликом: отбойный ролик (а); вдавливаясь борт ленты перемещается вверх (б); вдавливаясь борт ленты перемещается вниз (в)
 Fig. 3. Interaction between the edge surface of conveyor belt and the deflector roller: deflector roller (a) presses into the belt edge surface and positions up (b), or presses into the belt edge surface and positions down (c)

отбойному ролику вверх, вплоть до переворачивания. Процесс сопровождается просыпанием транспортируемого материала. При вдавливании борт ленты может изогнуться (сместиться) вниз относительно отбойного ролика (рис. 3, в). В таком случае лента направляется в пространство ограниченное отбойным роликом и неподвижными кронштейнами поддерживающими ролики. Это приводит к усиленному износу борта ленты трением, вплоть до отрыва кусков.

В случае, если отбойный ролик установлен неправильно, т.е. ось ролика наклонена по направлению движения ленты (или наоборот), ось ролика не перпендикулярна плоскости взаимодействующей с ним ленты, описанные выше процессы усиливаются. Напряжения, возни-

кающие в результате взаимодействия борта ленты с отбойными роликами, способствуют интенсивному износу и расслоению борта ленты.

Среди известных средств центрирования конвейерной ленты наиболее эффективными являются самоцентрирующие роlikоопоры, поворотные в плане, которые представлены двумя типами.

Первый тип — это самоцентрирующая роlikоопора, поворотная в плане, за счет рычагов с дефлекторными роликами (рис. 4, а) [8, 9]. Для достижения эффекта центрирования необходимо, чтобы плечи рычагов и зазор между бортами ленты и дефлекторными роликами позволяли повернуться роlikоопоре на угол $3-6^\circ$. Достоинство таких устройств заключается в том, что величина цент-

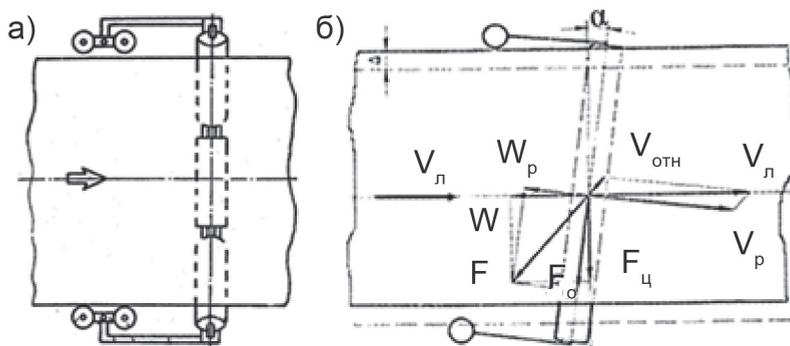


Рис. 4. Самоцентрирующая роlikоопора, поворотная в плане: со спаренными дефлекторными роликами (а); схема действующих сил (б)

Fig. 4. Laterally rotatable self-centering carrying roller: with paired deflector rollers (a); schematic of effective forces (b)

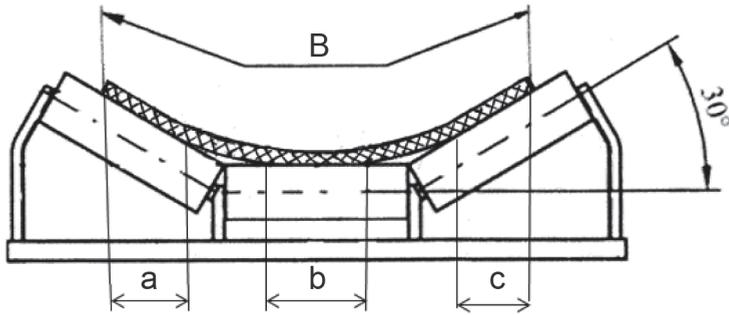


Рис. 5. Желобчатость конвейерной ленты
Fig. 5. Flexing of conveyor belt

рирующей силы изменяется в зависимости от величины возникающей силы схода.

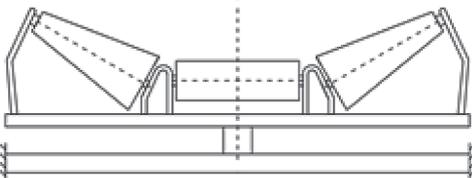
При движении ленты по повернутой на некоторый угол роликоопоре происходит рассогласование векторов их линейных скоростей V_p и V_A , вследствие чего возникает относительная скорость ленты $V_{отн}$ (рис. 4, б). В результате в противоположном направлении на ленту действует сила трения F . Проекции этой силы на оси продольную и перпендикулярную роликоопоре есть ее составляющие: W_p — сила сопротивления движению ленты, F_o — осевая сила трения. Проекция осевой силы трения на ось перпендикулярную про дольной оси ленты представляет центрирующую силу, противодействующую поперечному сходу ленты.

Величина центрирующей силы, возникающей при повороте роликоопоры в плане, зависит от силы нормального давления на нее со стороны ленты и груза и коэффициента трения сцепления и угла поворота. Для эффективной работы самоцентрирующей роликоопоры, как и конвейера в целом, необходимо обеспечить желобчатость ленты (рис. 5). То есть, выполнить соотношение

$$0,5B \leq (a + b + c) \leq B.$$

Это достигается тем, что при монтаже конвейера уровень поверхностей хвостового и разгрузочного барабанов должен быть на уровне поверхности средних роликов поддерживающих желобчатых роликоопор. Чем больше контакт, тем эффективней будет работать самоцентрирующая роликоопора.

а)



б)

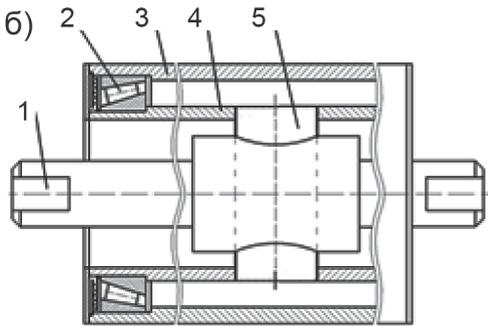


Рис. 6. Самоцентрирующая роликоопора, поворотная в плане: с коническими боковыми роликами (Tru-Trac Tapered Trough Tracker) (а); с двойными поворотными обечайками (Tru-Trac Flat Return Tracker) (б)

Fig. 6. Laterally rotatable self-centering carrying roller: with taper side rollers (a); with twin swivel rims

Недостаток таких самоцентрирующих роlikоопор состоит в том, что контакт борта ленты с дефлекторным роликoм, хотя и с меньшим усилием по сравнению с отбойным роликoм, происходит. И это способствует износу и расслоению борта ленты.

Второй тип — это самоцентрирующая роlikоопора, поворотная в плане за счет изменения положения ленты относительно вертикального узла поворота и создания большей силы взаимодействия края сходящей ленты с роlikоопорой (рис. 6, а, б) [13]. При этом износ борта ленты исключен.

Наиболее оригинальным решением является самоцентрирующая роlikоопора с двойными поворотными обечайками (рис. 6, б). Ролик состоит из оси 1, в центральной части которой рас-

положен шкворень 5. На нем шарнирно закреплена внутренняя обечайка 4 ролика. По концам этой обечайки установлены конические подшипники 2, на которые опирается наружная вращающаяся обечайка 3. Радиальный зазор между осью 1 и внутренней обечайкой 4 позволяет поворот ролика относительно шкворня 5 на угол 3–6°.

Достоинства самоцентрирующих роlikоопор фирмы «Tru-Trac»:

- работают при любом направлении движения ленты;
- исключают износ и расслоение борта ленты.

Анализ рассмотренных устройств показывает, что эффективное центрирование конвейерных лент должно осуществляться только самоцентрирующими роlikоопорами, поворотными в плане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрченко В. М. Причины износа конвейерных лент / Строительство и эксплуатация угольных шахт и городских подземных сооружений: материалы VI Российско-китайского симпозиума, Кемерово, 28 сентября 2010 г. — Кемерово: КузГТУ, 2010. — С. 247–250.
2. Юрченко В. М. Противодействие поперечному сходу конвейерной ленты // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. — 2017. — № 3. — С. 227–232.
3. Ричард Р. (Дик) Стахура. Практическое руководство по контролю над материалом и пылеобразованием при работе с сыпучими материалами. Martin Engineering GmbH. Foundations3-RU.pdf. Walluf, Deutschland, 2013, 216 с. www.martin-eng.com.
4. Galkin V. I. Design features of belt conveyors with spatial track for transporting bulk materials // Mining Industry Journal, 2018, no 1 (137), pp. 84–86.
5. Дьяченко В. П., Галкин В. И., Заленин И. В., Шешко Е. Е., Дмитриев В. Г. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий. — М.: Изд-во «Горная книга», 2011. — 545 с.
6. Кропотов Ю. И., Жуков Е. М., Лугинин И. А., Полошков С. И. Основные причины снижения срока эксплуатации ленточных конвейеров // Молодой ученый. — 2015. — № 23. — С. 172–175.
7. Гринько П. А. Проблемы устойчивости конвейерной ленты относительно продольной оси конвейера // Захист металургійних машин від поломок: зб. наукових праць / ПДТУ. — Маріуполь, 2010. — Вип. 12. — С. 15–17.
8. Юрченко В. М., Неверов Н. П., Мироедов С. П. А.С. 1738738 СССР, МПК5 В 65g 39/071. Устройство для центрирования лент конвейера. № 4695931; заявл. 29.05.89; опубл. 15.08.92, Бюл. № 16. 2 с.: ил.
9. Ховсте Кеннет, Горден Хельм Арне Патент 2182552 РФ, МПК7 В65G15/64. Устройство управления лентой конвейера, предназначенное для центрирования конвейерных лент, и способ погрузки материала на конвейерную ленту; заявитель и патентообладатель А/С ТЕКНО ТРЭК (НО). № 98123835/03; заявл. 28.05.1997; опубл. 20.05.2002. Бюл. № 14.
10. Жигула Т. И., Ладутина Л. П. Повышение эффективности функционирования подземных конвейеров путем недопущения поперечного схода лент / Геотехническая механика: Межвед. сборник научных трудов. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2012. — Вып. 98. — С. 304–309.

11. Колосов Л. В., Колосов Д. Л., Ролай В. А. О центрировании резиновых конвейерных лент // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2001. — № 7. — С. 218–221.
12. Жуланов А. А. Влияние поперечного наклона става на приемную способность ленточного конвейера / Сборник материалов IX Всероссийской, 62-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая» Кемерово, 18–21 апреля 2017 г. Кузбас. гос. техн. ун-та им. Т.Ф. Горбачева, 2017.
13. Tru-Trac® Trackers. <https://www.tru-trac.com/trackers/> **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Юрченко Вадим Максимович — кандидат технических наук, доцент,
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева,
e-mail: yvm@kuzstu.ru.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2019. No. 2, pp. 156–162.

Center adjustment of conveyor belts

Yurchenko V.M., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Kuzbass State Technical University named after T. Gorbachev,
650000, Kemerovo, Russia, e-mail: yvm@kuzstu.ru.

Abstract. Transverse displacement is the most harmful for conveyor belts. A moving belt suffers considerable wear due to contact with immobile parts of conveyor. As a result, the service life of the belt shortens. The causes of the event are well known and studied, but the difficulty consists in that all causes act simultaneously. It is possible to counteract the transverse displacement of the belts in two ways: by minimization of the transverse displacement causes and by center adjustment of the belt. This article reviews the known designs of centering devices and the errors of their application. The errors appear as operators misunderstand that forces which contribute to the transverse displacement of the belts are variable in value and cannot be eliminated by a static turn of a carrying roller by a certain angle in the horizontal or vertical plane. The recommended countermeasure for the transverse displacement of the conveyor belts is the self-centering laterally rotatable carrying rollers.

Key words: conveyor belt, belt wear, causes, transverse displacement, belt centering, self-centering carrying roller.

DOI: 10.25018/0236-1493-2019-02-0-156-162

REFERENCES

1. Yurchenko V. M. Prichiny iznosa konveyernykh lent [Causes wear and tear of conveyor belts]. Stroitel'stvo i ekspluatatsiya ugol'nykh shakht i gorodskikh podzemnykh sooruzheniy: materialy VI Rossiysko-kitayskogo simpoziuma, Kemerovo, 28 September 2010, Kemerovo, KuzGTU, 2010, pp. 247–250.
2. Yurchenko V. M. Protivodeystvie poperechnomu skhodu konveyernoy lenty [Counteraction to the transverse descent of the conveyor belt]. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov*. 2017, no 3, pp. 227–232. [In Russ].
3. Richard R. (Dik) Stakhura. *Prakticheskoe rukovodstvo po kontrolyu nad materialom i pyleobrazovaniem pri rabote s sypuchimi materialami*. Martin Engineering GmbH. Foundations3-RU.pdf. Walluf, Deutschland, 2013, 216 c. www.martin-eng.com.
4. Galkin V. I. Design features of belt conveyors with spatial track for transporting bulk materials. *Mining Industry Journal*, 2018, no 1 (137), pp. 84–86.
5. D'yachenko V. P., Galkin V. I., Zalenin I. V., Sheshko E. E., Dmitriev V. G. *Sovremennaya teoriya lentochnykh konveyerov gornyykh predpriyatiy* [Modern theory of belt conveyors of mining enterprises], Moscow, IZD-vo «Gornaya kniga», 2011, 545 p.
6. Kropotov Yu. I., Zhukov E. M., Luginin I. A., Poloshkov S. I. Osnovnye prichiny snizheniya sroka ekspluatatsii lentochnykh konveyerov [The main reasons for reducing the life of belt conveyors], *Molodoy uchenyy*. 2015, no 23, pp. 172–175. [In Russ].
7. Grin'ko P. A. Problemy ustoychivosti konveyernoy lenty otnositel'no prodol'noy osi konveyera [Problems of stability of the conveyor belt relative to the longitudinal axis of the conveyor]. *Zakhist metalurgiykikh mashin vid polomok: zb. nauchovykh prats'*. PDTU. Mariupol', 2010, issue 12, pp. 15–17.
8. Yurchenko V. M., Neverov N. P., Miroedov S. P. *Copyright certificate no 1738738 USSR, МПК5 В 65g 39/071, 15.08.92.*

9. Khovste Kennet, Gorden Kh'ell' Arne Patent RU 2182552, MPK7 B65G15/64, 20.05.2002.

10. Zhigula T.I., Ladutina L.P. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya podzemnykh konveyerov putem nedopushcheniya poperechnogo skhoda lent [Improving the efficiency of underground conveyors by preventing the cross-section of belts], *Geotekhnicheskaya mekhanika: Mezhdovedomstvennyy sbornik nauchnykh trudov*. Dnepropetrovsk: IGTM NANU, 2012, issue 98, pp. 304–309.

11. Kolosov L.B., Kolosov D.L., Ropay V.A. O tsentrirovanii rezinotrosovykh konveyernykh lent [On centering and steel cord conveyor belts], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2001, no 7, pp. 218–221.

12. Zhulanov A.A. Vliyaniye poperechnogo naklona stava na priemnyuyu sposobnost' lentochnogo konveyera [Vliyaniye poperechnogo naklona stava na priemnyuyu sposobnost' lentochnogo konveyera], *Sbornik materialov IX Vserossiyskoy, 62-y nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem «Rossiya molodaya»*. Kemerovo, 18–21 April 2017 г. KuzGTU im. T.F. Gorbacheva, 2017.

13. Tru-Trac® Trackers. <https://www.tru-trac.com/trackers/>



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОТРАБОТКЕ ЗАПАСОВ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

(2018, № 11, СВ 47, 12 с., DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-47-3-12)

Абрамкин Н.И.¹ — доктор технических наук, профессор,

Местоева Х.Х.¹ — аспирантка,

Местоев И.Х.¹ — аспирант,

¹ НИТУ «МИСиС», e-mail: ud@msmu.ru.

Проведено обоснование разнообразных геотехнических решений, отличающихся в каждом конкретном случае большим набором влияющих факторов. Необходимо использовать современные теоретические методы исследования поведения вмещающих массивов, обеспечивающих не только возможность прогнозирования геотехнических решений, но и обоснованный выбор параметров систем разработки. Главным требованием к технологии разработки угольного месторождения в современных условиях является обеспечение минимальной ресурсоемкости, что позволяет при ограниченных инвестициях в условиях форсированного сокращения производственных мощностей производить выемку угля с достаточно высокой эффективностью. Для повышения производительности труда на шахте необходимо создать и внедрить новую технологию подземной добычи угля, которая должна характеризоваться, прежде всего, очень большим увеличением нагрузки на забой при обязательном уменьшении количества забойных рабочих или, еще лучше, полным выводом их из забоя.

Ключевые слова: интегрированная отработка, короткозабойные технологии, концентрация производства горных работ, эффективность выемки угля, интенсификация.

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS WITH INTEGRATED MINING OF STOCKS OF EXCAVATION SITES OF COAL MINES

Abramkin N.I.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor,

Mestoeva Kh.Kh.¹, Graduate Student,

Mestoyev I.Kh.¹, Graduate Student,

¹ National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia, e-mail: ud@msmu.ru.

The justification for a variety of geotechnical solutions, which differ in each particular case by a large set of influencing factors, also assumes a preventive change in these parameters. All this predetermines the need to use modern theoretical methods to study the behavior of hosted arrays, providing not only the possibility of predicting geotechnical solutions, but also a reasonable choice of parameters for development systems. When ranking the requirements for a specific technology for the development of a coal field in modern conditions, the dominant requirement is to ensure minimum resource intensity, which allows, with limited investment in conditions of accelerated reduction of production capacity, to extract coal with sufficiently high efficiency. Significant growth to increase labor productivity in the mine requires the creation and implementation of a new technology for underground coal mining, which should be characterized, above all, by a very large increase in the load on the face, while the number of well workers necessarily decreases. or, better yet, their complete withdrawal from slaughter.

Key words: integrated testing, short-cut technologies, concentration of mining operations, coal extraction efficiency, intensification.