

УДК 622.647.622.016.62

**ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБА
ПЕРЕГРУЗКИ ГОРНОЙ МАССЫ С ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА ИЗ-
БИРАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ НА ЛЕНТОЧ-
НЫЙ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЙ КОНВЕЙЕР, УСТАНОВЛЕННЫЙ СБОКУ
ВЫРАБОТКИ**

Бочкин А. И., студент гр. ГЭст-151, V курс
Ушмаев А. В., студент гр. ГЭсз-151, V курс
Штеймарк В. В., студент гр. ГЭст-151, V курс
Научный руководитель: Подпорин Т. Ф., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Комбайновая технология проведения выработок является наиболее эффективной и безопасной. На нее в Кузбассе приходится 95 % объемов проведения подготовительных выработок [1].

При проведении выработок широкое распространение получили комбайны избирательного действия на гусеничном ходу за возможность работы в различных горнотехнических условиях и их высокую маневренность, возможность варьирования в широком диапазоне размерами и формой выработки [2, 3]. Современные проходческие комбайны могут оснащаться скребковым конвейером с неповоротной короткой разгрузочной консолью или удлиненной подъемно-поворотной разгрузочной консолью. При оснащении комбайна скребковым конвейером с удлиненной подъемно-поворотной разгрузочной консолью (комбайны проходческие Копейского машиностроительного завода (КМЗ) модификации КП330, КП220, КП21-00 и др.) обеспечивается возможность погрузки отбитой массы: непосредственно на штрековый скребковый конвейер (СК), расположенный сбоку выработки. Расположение штрекового (транспортного) конвейера сбоку выработки обусловлено запрещением располагать монорельсовые подвесные дороги для доставки в проходческие забои различных грузов над конвейерами «ПБ в угольных шахтах» [4, с. 84, п. 278]. В работах [5, 6] указывается, что практика проведения выработок проходческими комбайнами с применением скребковых конвейеров показала невозможность достижения высоких технико-экономических показателей проходки, так как приходится значительную долю ручного труда (до 50 %) тратить на монтажно-демонтажные операции СК, зачистку почвы выработки у перегрузочных устройств, на сопряжении конвейеров и возле них. При этом, применяют эту «Стандартную технологию: комбайн–скребковый конвейер» большинство проходческих бригад» [5]. Достоинством этой технологии является простота способа перегрузки и высокая маневренность

комбайна при обработке забоя благодаря отсутствию влияния средств перегрузки на маневренность комбайна.

С целью снижения объема ручного труда при проведении выработок комбайновым способом, начали осуществлять перегрузку отбитой горной массы с комбайна на ленточный перегружатель, а с него на штрековый ленточный телескопический конвейер (ЛТК), расположенный сбоку выработки. В отечественной практике применяют перегружатели различного типа: подвесные, мостовые и прицепные на колесном ходу. Так, комбайны КМЗ в исполнении 1ГПКС-04 и КП21-01, поставляются в комплекте с ленточным перегружателем мостового типа, а исполнения 1ГПКС-01 в комплекте с ленточным прицепным перегружателем на колесном ходу [7]. Комбайн КСП-32(33) Ясиноватского машиностроительного завода, может поставляться с мостовым ленточным перегружателем, с закрепленным одним концом на комбайне, а вторым на тележке, перемещающейся по балкам монорельса [8]. В этом способе перегрузки комбайн шарнирно соединен с перегружателем, В практике эксплуатации этого способа возникли две проблемы. Первая – взаимовлияние между комбайном и перегружателем во время маневрирования в процессе обработки забоя комбайном. Вторая – образование просыпа в пункте перегрузки с перегружателя на ленточный штрековый конвейер. Проявление этих проблем в условиях эксплуатации проанализируем на пяти способах перегрузки горной массы на ленточный телескопический конвейер (I. II. III. IV. V) с учетом характера технологических маневров, выполняемых комбайном в процессе обработки забоя.

Характер технологических маневров: отгон комбайна от забоя на 1,5–2,0 м с целью возможности установки крепи в забое и технического обслуживания комбайна (замена резцов на режущей коронке и др.); маневры комбайна для возможности повторной подборки разрыхленной горной массы на почве и у бортов выработки; необходимые маневры для разрушения крупных кусков угля и породы; маневры для погрузки отбитой горной массы, когда ширина выработки больше чем ширина погрузочного стола комбайна, – при этом приходится производить погрузку горной массы несколькими заходками комбайна. При заходках комбайн разворачивают как к левому борту выработки, так и к правому. При разворотах комбайна разгрузочная консоль с концевой головкой скребкового конвейера занимает различные угловые положения относительно оси выработки в горизонтальной плоскости, и соответственно, относительно пункта погрузки горной массы. При этом создаются условия для образования просыпа горной массы на почву выработки при перегрузке.

I. Отбитая горной массы погружается на скребковый конвейер и пересыпается с конвейера постоянно в одно и то же место загрузочного устройства концевой головки ЛТК [9]. В этом способе перегрузки концевая головка ЛТК непосредственно связана с комбайном шарнирно через гидроцилиндр передвижения и перемещается вместе с комбайном при каждой зарубке и вы-

емке угля на величину раздвижки телескопа исполнительным органом комбайна (500—650 мм).

Недостаток I способа

Исключает возможность осуществления технологических маневров комбайном в процессе обработке забоя по причине непосредственной связи комбайна с концевой головкой ЛТК с помощью шарнирного соединения, через которое все изменения положения комбайна, происходящие при маневрах, передаются на ЛТК. Для обеспечения нормальной работы ленточного конвейера недопустимы изменением местоположения концевой головки ЛТК с частью примыкающего к ней става конвейера, обусловленные разворотом комбайна, и любые изменения става конвейера.

Достоинство I способа

Обеспечивает перегрузку горной массы с комбайна на ЛТК без просыпа на почву выработки.

II. Отбитая горной массы погружается на скребковый конвейер и пересыпается с конвейера на прицепной ленточный перегружатель на колесном ходу, с перегружателя в погрузочный лоток, и далее с лотка на движущуюся ленту ЛТК [10, с. 106, 150–157].

В работах [3] и [11] приведены результаты применения рассматриваемого способа. Передняя часть перегружателя опирается колесной тележкой на почву выработки и шарнирно соединена с комбайном, а задняя подвешена к тележке, перемещающейся по балкам монорельсовой дороги, располагающейся над ставом ЛТК.

Во время работы комбайна «Один проходчик следит за погрузкой горной массы от комбайна на ленточный перегружатель, и в случае просыпания горной массы мимо перегружателя на почву выработки из-за смещения места поступления горной массы на перегружатель при развороте комбайна в процессе обработки забоя, подает машинисту комбайна обусловленный сигнал «Стоп». Другой проходчик следит за погрузкой горной массы с перегружателя на ЛТК, и в случае просыпания горной массы мимо ЛТК на почву выработки останавливает перегружатель. В подготовительную смену производится удлинение (наращивание) конвейера и других коммуникаций. На зачистку и наращивание конвейера затрачивалось 340 минут (почти смена). Анализ результатов применения рассматриваемого способа в конкретных условиях позволяет выявить основные его недостатки.

Недостатки II способа:

1. Не исключается снижение мобильности маневрирования комбайна в процессе обработки забоя из-за необходимости перемещения громоздкого перегружателя, прицепленного шарнирным соединением к комбайну; при этом перегружатель совершает перемещения, соответствующие перемещению комбайна: перемещение на забой и от забоя, развороты к правому и левому борту выработки, перемещение с одновременным разворотом и др.

2. Не исключается просыпание части горной массы мимо перегружателя на почву выработки из-за смещения места поступления горной массы на

перегрузатель во время разворота перегружателя относительно продольной оси комбайна, обусловленное разворотом комбайна при маневрировании в процессе обработки забоя при максимальных углах разворота; причиной разворота перегружателя является непосредственная связь между комбайном и перегружателем шарнирным соединением; при этом разворот комбайна сопровождается разворотом перегружателя.

3. Невозможно в пункте загрузки ленты ЛТК с помощью погрузочного лотка обеспечить формирование грузопотока горной массы на ленте и исключить ее просыпания на почву выработки, из-за невозможности практической реализации требований к погрузочным устройствам в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации подземных ленточных конвейеров в угольных и сланцевых шахтах [12, с. 16, 17], в связи с изменением местоположения пункта загрузки на длине става ЛТК по мере подвигания забоя.

III. Отбитая горной массы погружается на скребковый конвейер и пересыпается с конвейера пересыпается на ленточный мостовой перегружатель, а с него на ленточный прицепной перегружатель на колесном ходу, с перегружателя в погрузочный лоток, с лотка на движущуюся ленту ЛТК. В способе мостовой перегружатель является связующим звеном между комбайном и прицепным перегружателем и благодаря тому, что мостовой перегружатель имеет шарнирное соединение на обоих своих концах, у комбайна появляется возможность при проведении выработки сдвигаться в сторону или назад, не сдвигая громоздкого прицепного перегружателя, прикрепленного к комбайну цепями. За счет применения мостового перегружателя придана комбайну «большая» маневренность, констатируется в работе [10, с. 158, 159].

Недостатки III способа:

1. Не исключено *снижение мобильности маневрирования комбайна* в процессе обработки забоя при максимальных разворотах комбайна.

2. Сложность способа перегрузки, обусловленная применением двух ленточных перегружателей в качестве погрузочных средства с целью *только* придания комбайну «большой» маневренности, но не исключения влияния средств перегрузки в способе на выполнение технологических маневров в процессе обработки забоя комбайном.

3. Невозможно в пункте загрузки ленты ЛТК с помощью погрузочного лотка обеспечить формирование грузопотока горной массы на ленте и исключить ее просыпания на почву выработки по причине, изложенной во II способе п. 3.

IV. Отбитая горной массы погружается на скребковый конвейер и пересыпается с конвейера на мостовой (подвесной, опорный) ленточный перегружатель, далее в погрузочный лоток, с лотка на движущуюся ленту ЛТК. В способе применяются два варианта сочетания средств. Вариант первый. – с мостовым подвесным ленточным перегружателем [13, 14]. Вариант второй, – с мостовым опорным ленточным перегружателем [15].

В способе перегрузки с патентом RU № 2230906 [13] решается вопрос совершенствования только пункта перегрузки со скребкового конвейера комбайна на мостовой перегружатель. Задачей изобретения, является повышение маневренности и эффективности погрузки горного комбайна при обеспечении эксплуатационной надежности. В патенте предлагается *повысить маневренность* и эффективность погрузки горного комбайна, за счет снабжения конвейера распорной тягой и размещения консоли мостового перегружателя на поворотной в горизонтальной плоскости хвостовой части конвейера, а во время разворотов комбайна при маневрировании относительно продольной оси выработки, производить доворот хвостовой части конвейера комбайна в горизонтальной плоскости, которая совместно с мостовым перегружателем перемещается до положения разгрузки горной массы по продольной оси мостового перегружателя.

Недостатки IV способа с RU № 2230906

1. Не исключается снижение мобильности маневрирования комбайна в процессе обработки забоя при максимальных разворотах комбайна, и в связи с ограничением значениями динамических нагрузок, возникающими в момент времени передачи тягового усилия от комбайна к громоздкому перегружателю.

2. Сложность способа перегрузки, обусловленная применением сложного шарнирного соединения между разгрузочной консолью комбайна и консолью мостового перегружателя с целью *только повышения* маневренности комбайна, но не исключения влияния средств перегрузки в способе на выполнение технологических маневров комбайном в процессе обработки забоя.

В способе с патентом RU № 2313669 [14] решается вопрос совершенствования *только* прицепного устройство для соединения мостового перегружателя с разгрузочной консолью комбайна. Задачей изобретения является повышение устойчивости мостового перегружателя от *опрокидывания* в поперечном направлении и надежности соединения мостового перегружателя с консолью. Задача решается за счет того, что что прицепное устройство размещено над мостовым перегружателем и выполнено в виде двух колец, внутренние диаметры которых превышают ширину конвейера, расположенных соосно друг к другу и соединенных между собой с возможностью вращения относительно друг друга, причем одно кольцо жестко установлено на конвейере, а другое кольцо соединено с мостовым перегружателем.

Недостатки IV способа с RU № 2313669

1. Не исключается снижение мобильности маневрирования комбайна в процессе обработки забоя при максимальных разворотах комбайна из-за недопущения снижения устойчивости перегружателя от опрокидывания в поперечном направлении, и в связи с ограничением значениями динамических нагрузок, возникающими в момент времени передачи тягового усилия от комбайна к громоздкому перегружателю.

2. Сложность способа перегрузки, обусловленная применением сложного прицепного устройство для соединения разгрузочной консоли комбайна

с мостовым перегружателем с целью *только ограничения влияния* маневров комбайна выполняемых с разворотом, на снижения устойчивости перегружателя от опрокидывания в поперечном направлении, но не на исключение влияния маневров комбайна на опрокидывание перегружателя.

В способе перегрузки с патентом RU № 2516370 [15] решается *только* задача исключения просыпания горной массы на почву горной выработки при взаимном угловом смещении конвейера комбайна относительно продольной оси перегружателя, и при угловом смещении перегружателя относительно продольной оси штрекового конвейера расположенного в выработке.

Недостаток IV способа с RU № 2516370

Не исключается снижение мобильности маневрирования комбайна в процессе обработки забоя при максимальных разворотах комбайна, и в связи с ограничением значениями динамических нагрузок, возникающими в момент времени передачи тягового усилия от комбайна к громоздкому перегружателю.

V. Отбитая горной массы погружается на скребковый конвейер и пересыпается с конвейера на мостовой опорный ленточный перегружатель, далее в формирователь грузопотока «тележки перемещения перегружателя», из формирователя в приемную секцию самопередвижной концевой системы, из приемной секции на движущуюся ленту ЛТК. Система СКС может применяться при проведении выработок с углом наклона от -15 до $+15^\circ$ [16].

В способе перегрузки разгрузочная консоль комбайна соединена с концевой головкой перегружателя шарнирным соединением, а приводная часть перегружателя через шарнирное соединение опирается на «тележку перемещения перегружателя». Благодаря подвижному соединению между «тележкой перемещения перегружателя» и приемной секцией самопередвижной концевой системы ЛТК имеется возможность относительного их перемещения. Во время процесса обработки комбайном забоя «тележки перемещения перегружателя» может передвигаться по направляющим относительно приемной секции самопередвижной концевой системы ЛТК. При передвижении системы СКС в сторону забоя, его приемная секция перемещается относительно «тележки перемещения перегружателя».

Недостатки V способа перегрузки

1. Невозможность достижения высокой маневренности комбайном в процессе обработки забоя из-за влияния средств перегрузки на маневренность комбайна, обусловленного шарнирным соединением между комбайном и перегружателем.

Влияние средств перегрузки на маневренность комбайна проявляется в виде снижения мобильности маневрирования комбайном, вследствие воздействия на комбайн следующих факторов:

Первый фактор – воздействие продольной составляющей силы веса перегружателя, возникающей при проведении наклонных выработок. При проведении выработки с уклоном вниз, под воздействием продольной со-

ставляющей силы веса перегружателя, перегружатель толкает комбайн на забой, а с уклоном вверх – тянет комбайн от забоя.

Второй фактор – необходимости перемещения громоздкого перегружателя вместе с «тележкой перемещения перегружателя» в направлении движения комбайна; при этом указанные средства перегрузки совершают перемещения, соответствующие перемещению комбайна: перемещение на забой и от забоя, развороты к правому и левому борту выработки, перемещение с одновременным разворотом и др

Третий фактор – снижение быстроты изменения положения комбайна при выполнении маневров с целью уменьшения динамических нагрузок в шарнирном соединении между комбайном и перегружателем, имеющим большую массу.

В изложенном выше тексте, смысл слова «мобильность» – способность к быстрому изменению положения, быстрому передвижению, действию.

2. Сложность способа перегрузки, обусловлена применением в способе сложных средств перегрузки: громоздкого мостового опорного ленточного перегружателя; «опорной тележки перемещения перегружателя»; двух шарнирных соединений и одного подвижного соединения.

На основании анализа вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы.

1. При проведении выработок широкое распространение получили комбайны избирательного действия на гусеничном ходу за возможность работы в различных горнотехнических условиях и их высокую маневренность.

2. В современных способах перегрузки горной массы с комбайна на ленточный телескопический конвейер, применяются ленточные перегружатели различного типа; между комбайном и перегружателем механическая связь выполнена в виде шарнирного соединения.

3. При шарнирном соединении между комбайном и перегружателем в процессе обработки забоя снижается маневренность комбайна вследствие воздействия средств перегрузки на выполнение маневров комбайном.

4. Для повышения маневренности комбайна в процессе обработки забоя, предлагаются различные технические решения различного уровня сложности с техническим результатом: придания комбайну «большой» маневренности; *повысить маневренность*; при этом задача обеспечения высокой маневренности остается не решенной.

5. Предлагается направить вектор исследований на поиск путей обеспечения высокой маневренности комбайна в процессе обработки забоя, при упрощении способа и повышении его надежности.

Список литературы:

1. Кондратов И.В. Обоснование рациональных параметров комбайновой технологии проведения подготовительных выработок на шахтах Южного Кузбасса. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 1998. – 18 с.

2. Проходческие комбайны избирательного действия. <http://library.stroit.ru/articles/combain2> (дата обращения 15.01.2019).
3. Проходка выработок с применением горных комбайнов. <http://zdamsam.ru/a70243.html> (дата обращения 30.02.2019).
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. – Москва: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. – 200 с.
5. Организация проходческих работ в угольной промышленности. <http://www.roscoal.ru/content/press-centr/informaciya-dlya-vas/organizaciya-prohodcheskih-rabot-v-ugolnoi-promyshlennosti/> (дата обращения 02.03.2019)
6. Примеры проходки выработок комбайнами. https://studopedia.ru/9_86468_primeri-prohodki-virabotok-kombaynami.html (дата обращения 30.01.2019).
7. Комбайн проходческий 1ГПКС: 1ГПКС-04, 1ГПКС-09. <http://www.kopemash.ru/products/1/63.html> (дата обращения 14.01.2019).
8. Ясиноватский машиностроительный завод - КСП-32(33). <http://www.ymz-ltd.com/joomla/-/-3233> (дата обращения 14.02.2019).
9. Патент РФ № 2001107960А, 26.02.2001. Способ управления передвижением проходческого комбайна и устройство для его осуществления // Патент России № 2200842С2. 2004. Бюл. № 29. / Потапенко В.А., Голуб В.П., Дементьев А. И. [и др.].
10. БАЗЕР Я.И. и др. Проходческие комбайны. – Москва: Недра, 1974. – 304 с.
11. Обучение. ТПГВ 9. Организация проходческих работ. http://www.ukkbel.ru/learning/index.php?-article-=1934&SHOWALL_1= Обучение (дата обращения 22.03.2018).
12. Руководство по эксплуатации подземных ленточных конвейеров в угольных и сланцевых шахтах. – Москва : ИГД им. А. А. Скочинского, 1995. – 251 с.
13. Патент РФ № 20021002322/03, 27.01.2003, Горный комбайн // Патент России № 2230906. 2004. Бюл. № 35. / Калашников С.А., Маляров А.В., Тулупов В.П.
14. Патент РФ № 2006120902/03, 13.06.2006. Горный комбайн // Патент России № 2313669 С1. 2007. Бюл. № 38. / Маляров А.В, Калашников С. А., Тулупов В.П. [и др.].
15. Патент РФ № 2021212315/03, 29.03.3012. Пункт перегрузочный // Патент России № 2516370. 2014. Бюл. № 14 / Черных Н.Г.
16. Халевин А.А., Шотгер А.В. Импортзамещение, разработка комплекса для скоростного проведения горных работ// Уголь. – 2017. – № 5. – С. 42–44.