

**УДК 622.33**

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ**

Галлер А.А., студент гр. ФКмоз-171, II курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Российская Федерация является одним из мировых лидеров по добыче угля. В недрах России сосредоточена треть мировых ресурсов и пятая часть разведанных запасов угля (193,3 млрд. тонн). Запасы бурого угля составляют 101,2 млрд. тонн, каменного угля – 85,3 млрд. тонн (в том числе 39,8 млрд. тонн коксующегося угля), 6,8 млрд. тонн антрацитов. Промышленные запасы угля предприятий составляют 19 млрд. тонн, в том числе 4 млрд. тонн коксующегося угля. Фонд действующих угледобывающих предприятий России по состоянию на 01.01.2019 года насчитывает 187 предприятий (57 шахт, 130 разрезов).

В Кузбассе добыча угля за 2020 год составила 220,7 млн. тонн, в т.ч. подземным способом – 81,7 млн. тонн, открытым способом 139 млн. тонн. На углеперерабатывающих предприятиях переработано 184,4 млн. тонн угля.

К основным направлениям развития отрасли относится реализация программы дальнейшего улучшения условий труда, повышения безопасности ведения горных работ, снижения аварийности и травматизма.

В Кузбассе на угольных предприятиях за 2020 год произошло 106 несчастных случаев, из них 11 – со смертельным исходом (табл. 1).

Таблица 1

### Травматизм на угольных предприятиях Кузбасса

| Года             | 2020 г.    |       | 2019 г.                |       | $\pm 20/19$            |       |
|------------------|------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|
|                  | Травматизм | общий | со смертельным исходом | общий | со смертельным исходом | общий |
| Угольная отрасль | 106        |       | 11                     | 113   | 9                      | -7    |
|                  |            |       |                        |       |                        | 2     |

Основными причинами несчастных случаев со смертельным исходом являются неудовлетворительная организация производства работ, нарушения

технологического процесса, эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования. Всего за 2020 год в угледобывающей промышленности Кузбасса произошли 2 аварии (табл. 2). На разрезе "Виноградовский" произошло обрушение борта.

Таблица 2

Аварийность на угольных предприятиях Кузбасса

| Аварийность      | 2020 г. | 2019 г. | $\pm 20/19$ |
|------------------|---------|---------|-------------|
| Угольная отрасль | 2       | 1       | +1          |

Производственный травматизм и профессиональная заболеваемость оказывают негативное влияние на экономическое положение предприятий, повышает уровень трудозатрат, приводит к дополнительным расходам, что снижает конкурентоспособность предприятий при увеличении себестоимости продукции. Наибольшая часть производственного травматизма относится к угольной промышленности.

Совершенствование системы управления охраной труда и промышленной безопасности связана с повышением производственной и технической дисциплины, поддержанием на высоком уровне производственного контроля за безопасным ведением горных работ и работами повышенной опасности, постоянным повышением компетентности инженерно-технических работников по вопросам охраны труда. Главным направлением повышения промышленной безопасности на угольных шахтах и разрезах является предотвращение аварий.

На угольных разрезах проявляются следующие виды аварий:

1. Разрушение технических устройств:

- столкновение транспортных средств;
- падение экскаватора, бурового станка, бульдозера, автомобиля с рабочей площадки, с отвала, с дороги.

2. Разрушение сооружений:

- рабочего и нерабочего уступов;
- рабочего и нерабочего борта карьера;
- отвала;
- плотины гидроотвала;
- производственных зданий.

3. Неконтролируемый взрыв, утрата ВМ:

- массовый взрыв без вывода людей из опасной зоны, проведение взрывных работ при нарушениях ПБ;
- взрыв при нарушении правил изготовления ВВ;
- взрыв газовых баллонов.

4. Выброс опасных веществ:

- превышение ПДК углекислого газа ( $\text{CO}_2$ );

- загазирование выхлопными газами при работе двигателей в закрытых помещениях;
- прорыв воды из естественных и искусственных водоемов;
- загазирование выработок продуктами взрыва взрывчатых материалов.

Организации, занятые эксплуатацией угольных разрезов, обязаны организовать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, являющейся составной частью системы управления промышленной безопасностью. Каждое рабочее место в течение смены должен осматривать горный мастер, а в течение суток – начальник участка или его заместитель, которые обязаны не допускать производство работ при наличии нарушений правил безопасности.

Горные работы по разработке уступов, проведению траншей, отсыпке отвалов должны вестись с учетом инженерно-геологических условий и применяемого оборудования в соответствии с утвержденными техническим руководителем разреза проектами производства работ (паспортами). В паспорте указываются допустимые размеры рабочих площадок, берм безопасности, высоты и углов откоса уступа, призмы обрушения, расстояний от горного и транспортного оборудования до бровок уступа или отвала.

Управление промышленной безопасностью на горном предприятии заключается в идентификации, своевременном прогнозировании и предотвращении проявлений опасных производственных факторов (ОПФ), аварий и инцидентов. Для снижения аварийности необходимо определение и внедрение оптимальных параметров технологических процессов, сооружений и технологических устройств.

На угольных разрезах возможно проявление следующих опасных производственных факторов (ОПФ):

1. Обрушения горных пород, оползни.
2. Машины и механизмы.
3. Транспортные средства, подъем грузов.
4. Электрический ток.
5. Подземные пожары.
6. Падение человека.
7. Падение предметов.
8. Силовое воздействие взрыва ВМ.
9. Удушье и отравление.
10. Химический ожог.
11. Термический ожог.
12. Прорывы воды, пульпы, обводненных пород и глины.
13. Перемещающиеся тела.
14. Отскакивающие тела.

Цель системы управления охраной труда и промышленной безопасности заключается в снижении аварийности, производственного травматизма и профессиональных заболеваний на угледобывающих предприятиях.

Задачами при разработке системы управления охраной труда и промышленной безопасности являются:

- систематизация возможных аварий, опасных и вредных производственных факторов;
- оценка риска проявления аварий, ОПФ;
- разработка методов обоснования параметров горнотехнических сооружений, технологических процессов, обеспечивающих предотвращение аварий.

Систематизация возможных аварий и опасных производственных факторов, которые могут проявляться на угольных разрезах, выполняется на основе анализа производственного травматизма и аварийности. В результате анализа нарушений обязательных требований промышленной безопасности, проведенного Ростехнадзором, на угольных разрезах в 2020 году выявлены повторяющиеся нарушения: в соблюдении паспортов горных работ, работы транспорта, ведения отвального хозяйства.

Задача производственного контроля по обеспечению промышленной безопасности на угольных разрезах заключается в выявлении перечня параметров технологических схем, от фактических значений которых в конкретных условиях угольных разрезов зависит безопасность ведения горных работ.

Для предотвращения каждого вида ОПФ и аварий необходимо установить перечень управляемых технологических параметров и их значений (табл. 3). Обоснование значений управляемых технологических параметров следует производить с учетом требований «Правил безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом». Проектные решения по выбору параметров системы разработки, технологических схем должны обеспечивать безопасность ведения горных работ, предотвращение проявления ОПФ и возникновения аварийных ситуаций.

Таблица 3

Меры по предотвращению проявления ОПФ

| ОПФ                      | Управляемый технологический параметр   |
|--------------------------|--|
| Обрушение пород, оползни | Обоснование параметров:<br>- высоты уступов;<br>- угла откоса уступа;<br>- угла откоса борта разреза;<br>- высоты отвального яруса;<br>- угла откоса отвала. |
| Падение предметов        | Обоснование величин:<br>- ширины призмы обрушения;<br>- высоты и ширины земляного ограждающего вала;<br>- ширины съезда.                                     |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Машины и механизмы    | Обоснование параметров:<br>- ширины рабочей площадки;<br>- ширины траншеи. |
| Транспортные средства | Обоснование величин:<br>- ширины проезжей части автомобильной дороги.      |

Управляемые технологические параметры, после определения их перечня и значений, становятся инструментами производственного контроля за соблюдением требований «Правил безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» (ПБ) при ведении горных работ на угольных разрезах. Производственный контроль на горных участках разрезов должен осуществляться в определении соответствия фактического состояния экскаваторных забоев, рабочих площадок, съездов, мест разгрузки на отвалах установленным параметрам технологических схем.

Управляемые параметры определяются на основе требований «Правил безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» (ПБ).

### 1. Определение ширины траншеи

Требования ПБ при проведении траншеи:

48. Горные работы по проведению траншей должны вестись с учетом инженерно-геологических условий и применяемого оборудования в соответствии с утвержденными техническим руководителем разреза локальными проектами производства работ (паспортами).

223. Расстояние между откосом уступа, транспортным средством и контргрузом экскаватора устанавливается паспортом забоя в зависимости от горно-геологических условий и типа оборудования, но в любом случае должно быть не менее 1 м.

Ширина траншеи по размещению (габаритам) экскаватора в траншее

$$B_{\text{т кэ}} = 2(R_k + m),$$

где  $R_k$  – радиус вращения кузова экскаватора, м;  $m$  – безопасный зазор между кузовом экскаватора и нижней бровкой уступа ( $m=1$  м), м.

Ширина траншеи при кольцевом развороте автосамосвалов

$$B_{\text{т кольц}} = 2(R_a + 0,5b_a + m),$$

где  $R_a$  – радиус поворота автосамосвала, м;  $b_a$  – ширина автосамосвала, м,  $m$  – безопасный зазор между автосамосвалом и нижней бровкой уступа ( $m=1$  м), м.

Ширина траншеи при тупиковом развороте автосамосвалов в траншее

$$B_{\text{т т}} = R_a + 0,5b_a + l_a + 2m,$$

где  $l_a$  – длина автосамосвала, м.

2. Определение ширины автомобильного съезда

Требования ПБ к устройству внутрикарьерных дорог:

423. Ширина проезжей части внутрикарьерных дорог и продольные уклоны устанавливаются проектом с учетом требований действующих норм и правил, исходя из размеров автомобилей. Временные въезды в траншее должны устраиваться так, чтобы вдоль них при движении транспорта оставался свободный проход шириной не менее 1,5 м с обеих сторон.

426. Проезжая часть автомобильной дороги внутри контура разреза (кроме забойных дорог) должна соответствовать действующим строительным нормам и правилам и быть ограждена от призмы возможного обрушения породным валом или защитной стенкой. Высота породного вала принимается не менее половины диаметра колеса самого большого по грузоподъемности эксплуатируемого на карьере автомобиля. Вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы обрушения.

Расстояние от внутренней бровки породного вала (защитной стенки) до проезжей части должно быть не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъемности, эксплуатируемого в карьере.

Ширина съезда (полутраншее)

$$b_c = \Pi + a_3 + \Pi_o + \Pi_a + 0,6\mathcal{W}_b + B_{\Pi},$$

где  $\Pi$  – ширина проезжей части автодороги, м;  $a_3$  – расстояние от нижней бровки борта траншее до обочины, включающее ширину закюветной полки ( $a_3=1,5$  м), м;  $\Pi_o$  – ширина обочины ( $\Pi_o=2,5$  м), м;  $\Pi_a$  – расстояние от внутренней бровки предохранительного вала до автосамосвала, м;  $\mathcal{W}_b$  – ширина основания предохранительного вала, м;  $B_{\Pi}$  – ширина полосы безопасности (призмы возможного обрушения), м.

Ширина проезжей части автодороги

$$\Pi = 2C + 2B + b_a,$$

где  $C$  – ширина предохранительной полосы между колесом автосамосвала и краем проезжей части ( $C = 0,5$  м), м;  $B$  – безопасное расстояние между движущимися навстречу автосамосвалами ( $B = 0,5$  м), м;  $b_a$  – ширина автосамосвала, м.

Ширина полосы безопасности

$$B_{\Pi} = h(ctg\alpha_y - ctg\alpha)$$

Ширина основания предохранительного вала

$$III_B = 2h_B ctg\alpha_{NG},$$

где  $h_B$  – высота предохранительного вала, м;  $\alpha_{NG}$  – угол откоса предохранительного вала ( $\alpha_{NG} = 33$  град), град.

Высота предохранительного вала

$$h_B \geq 0,5d_{ka},$$

где  $d_{ka}$  – диаметр колеса автосамосвала, м.

Безопасное расстояние от оси автосамосвала до верхней бровки откоса уступа (траншеи)

$$C_a = B_{\Pi} + 0,6III_B + \Pi_a + 0,5b_a$$

### 3. Отвальные работы

Требования ПБ при ведении отвальных работ:

147. Высота породных отвалов и отвальных ярусов, углы откоса и ширина призмы обрушения, скорость продвижения фронта отвальных работ устанавливаются проектом в зависимости от физико-механических свойств пород отвала и его основания, способов отвалообразования и рельефа местности.

157. Проезжие дороги должны располагаться за пределами границ скатывания кусков породы с откосов отвалов. На отвалах должны устанавливаться предупредительные надписи об опасности нахождения людей на откосах, вблизи их основания и в местах разгрузки транспортных средств.

159. Площадки бульдозерных отвалов должны иметь по всему фронту разгрузки поперечный уклон не менее 3 град., направленный от бровки откоса в глубину отвала на длину базы работающих автосамосвалов, и необходимый фронт для маневровых операций автомобилей. Зона разгрузки должна быть ограничена с обеих сторон знаками. По всему фронту в зоне разгрузки должна быть сформирована в соответствии с паспортом породная отсыпка (предохранительный вал) высотой не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъемности, применяемого в данных условиях. Внутренняя бровка ограничительного вала должна располагаться вне призмы возможного обрушения яруса отвала.

160. Подача автосамосвала на разгрузку должна осуществляться задним ходом, а работа бульдозера - производиться перпендикулярно верхней бровке

откоса площадки. При этом движение бульдозера производится только ножом вперед с одновременным формированием перед отвалом бульдозера предохранительного вала.

Определение параметров отвалообразования:

Высота предохранительного вала

$$h_{\text{в}} \geq 0,5d_{\text{ка}},$$

где  $d_{\text{ка}}$  – диаметр колеса автосамосвала, м.

Ширина призмы обрушения

$$B_{\text{по}} = h_{\text{от}}(\text{ctg}\alpha_{\text{oy}} - \text{ctg}\alpha_{\text{o}}),$$

где  $\alpha_{\text{oy}}$  – устойчивый угол откоса отвала, град;  $\alpha_{\text{o}}$  – угол откоса отвала, град;

$h_{\text{от}}$  - высота отвального яруса, м.

К управляемым параметрам также следует отнести высоту уступа, ширину рабочей площадки, угол откоса уступов и борта карьера. Соответствие фактических значений технологических параметров расчетным (проектным) значениям является необходимым условием предотвращения аварий, обрушений уступов, бортов и проявления опасных производственных факторов.

При осуществлении производственного контроля на горных участках необходимо определять соответствие фактических параметров технологических схем требованиям безопасности ведения горных работ. Обоснование управляемых технологических параметров должно быть положено в основу при разработке мероприятий по обеспечению безопасности производства на угольных разрезах.

Совершенствование управления промышленной безопасностью заключается в целенаправленном выборе, обосновании и контроле значений управляемых параметров технологических процессов и способов соблюдения безопасности, обеспечивающих предотвращение каждого вида и совокупности опасных производственных факторов, инцидентов и аварий на угольных разрезах.

### Список литературы:

1. Коваленко В.С., Артемьев В.Б., Опанасенко П.И., Исаиченков А.Б. Технологические схемы проведения капитальных и разрезных траншей на угольных разрезах / Коваленко В.С., Артемьев В.Б., Опанасенко П.И., Исаиченков А.Б. - М.: Из-во "Горное дело" ООО "Киммерийский центр", 2011. – 408 с.