

УДК 622.684.004.2

В.Л. Яковлев, В.Л. Могилат, П.И. Тарасов

**ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОСТИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
АВТОТРАНСПОРТЕ КАРЬЕРОВ И ПУТИ
ЕЕ СНИЖЕНИЯ**

Семинар № 13

Характерным для глубоких месторождений является использование автомобильного транспорта в нижней, наиболее стесненной зоне карьеров. При этом в комбинированных транспортных схемах расстояния транспортирования горной массы автосамосвалами значительно сокращается, а параметры рабочих и маневровых площадок имеют размеры меньше допустимых, что приводит к повышению аварийности на технологическом автотранспорте карьеров. Выполненный анализ статистических данных за 1980-2005 гг. свидетельствует, что причины аварийности на карьерной автомобильном транспорте можно условно разделить на четыре основные группы: неудовлетворительные горнотехнические и дорожные условия, нарушение правил движения, нерациональная организация работы автотранспорта, технические неисправности автосамосвалов.

Удельный вес происшествий по первой группе причин составляет 39,2 % всех аварий. Существенное влияние на ухудшение условий движения оказывают параметры карьерных автодорог (повышенные продольные уклоны, недостаточная ширина и неровность покрытия автодорог, низкое значение коэффициента сцепления шин с дорогой. Доля аварийности по этим причинам достигает 17,1 %.

При скорости движения автосамосвалов 40 км/ч вероятность столкновения на влажном покрытии в 1,8 раза выше, чем на сухом, а уменьшение коэффициента сцепления шин с автодорогой с 0,6 до 0,2 ведет к увеличению числа аварий в 6-7 раз (рис. 1).

Наблюдения, проведенные на горнорудных предприятиях, показали, что среднее количество аварий по сезонам распределяется следующим образом: зимой 46,2 %, осенью и весной 28,7 %, летом 25,1 % .

Недостаточные размеры маневровых площадок и отсутствие предохранительного вала являются основными причинами, обуславливающими наезды и опрокидывание автосамосвалов под откос в местах погрузки и разгрузки горной массы. Распределение аварий по элементам технологических схем карьеров представлено на рис. 2.

Значительное количество аварий (42,6 %) происходит в местах концентрации основных грузопотоков, где размещены автомобильно-железнодорожные и автомобильно-конвейерные перегрузочные пункты и большие перегрузочные пункты экскаваторных забоев рабочей зоны карьера (рис. 3). Глубинная часть карьера характеризуется наименьшим числом аварий – 13,4 %, поскольку здесь наблюдается уменьшение интенсивности движения автоса-

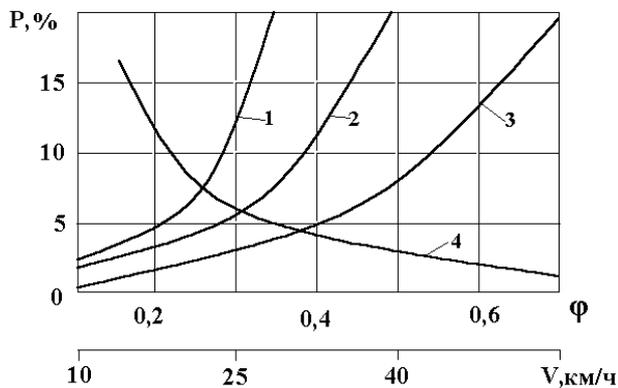


Рис. 1. Закономерности изменения аварийности на карьерном автотранспорте (P) в зависимости от скорости движения автосамосвалов (V) на спуске (1-3) и коэффициента сцепления шин (φ) с автодорогой (4): 1 - гололёд; 2 - мокрое покрытие; 3 - сухое покрытие

мосвалов, разделение грузопотоков по забоям и сокращение числа конфликтных участков. На магистральных внутрикарьерных трассах происходит 17,3 % столкновений автосамосвалов. Автодороги поверхностного комплекса и отвалы являются местами совершения 26,7 % дорожно-транспортных происшествий на открытых горных разработках.

Происшествия, обусловленные нарушениями правил движения, составляют 38,6 % аварий на технологическом автотранспорте карьеров. Из них наибольшее количество (13,9 %) происходит вследствие превышения скорости движения. Натурные наблюдения показали, что около 80 % карьерных автосамосвалов эксплуатируются с неисправными спидометрами. В то же время правильно контролировать скорость движения без применения спидометра способны в средней 54 % водителей, поэтому процент столкновений от превышения скорости достигает 17,2 %.

Одной из причин аварийности является недостаточное знание водителями Правил дорожного движения. Данные проведенного на карьерах опроса показывают, что только 14,8 % водителей технологического автотранспорта знают Правила до-

рожного движения на "отлично", 56,3 % - на "хорошо" и 28,9 % - на "удовлетворительно".

Повороты карьерных автодорог с радиусами менее 25-30 м и пересечения транспортных потоков в одном уровне представляют большую потенциальную опасность для движения. В этих местах наблюдается 9,2 % столкновений и опрокидываний автосамосвалов. При движении автосамосвалов задним ходом во время маневровых операций в пунктах погрузки и разгрузки горной массы происходит резкое снижение зоны видимости и ухудшение условий управления автомобилем. Превышение скорости и наличие препятствий на пути движения автосамосвалов обуславливают 7,9 % происходящих при этом аварий.

Несоблюдение безопасной дистанции между автосамосвалами, движение по левой стороне автодороги и другие нарушения Правил дорожного движения являются следствием недостаточной квалификации и низкой транспортной дисциплины водителей.

Увеличение геометрических размеров карьерных автосамосвалов, повышение скорости и интенсивности движения транспортных средств предъявляют все большие требования к профессиональным качествам водителей. Анализ статистических данных по железорудным карьерам показывает,

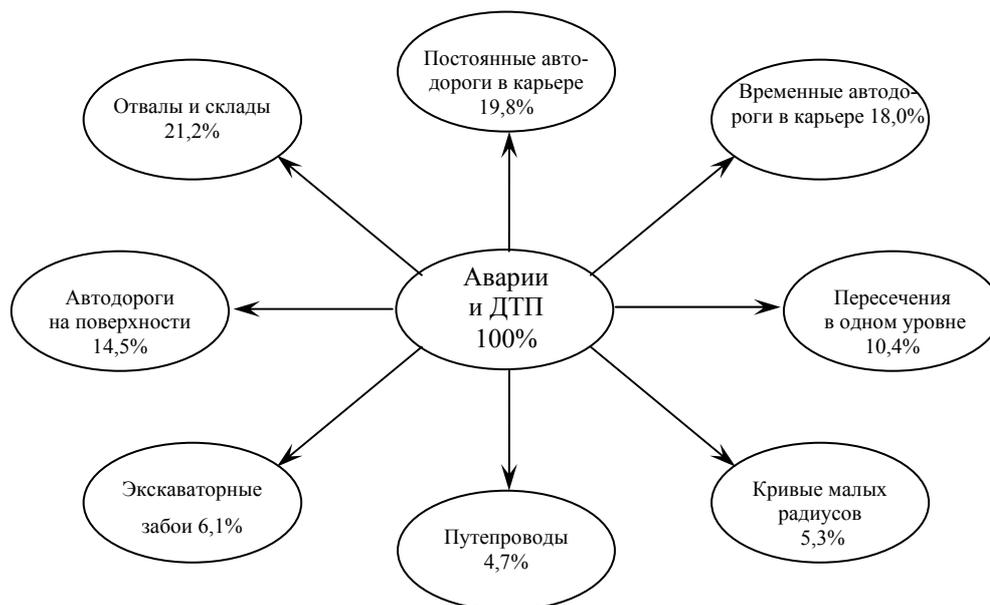


Рис. 2. Распределение аварий на автотранспорте железорудных карьеров по элементам технологических схем

что из общего числа водителей, участвовавших в авариях, 18,2 % являются водителями 1-го класса; 32,5 % - 2-го класса и 49,3 % - 3-го класса.

Проведенный анализ свидетельствует, что в первой половине месяца происходит в среднем 41,8 % аварий, а во второй - 58,2 %, что объясняется более напряженной работой карьера во второй половине месяца. В течение суток наблюдается значительная дисперсия количества аварий на технологическом автотранспорте: 42,3 % в первую (ночную) смену, 23,5 % - во вторую и 34,2 % - в третью. Работа водителей в первую смену сопряжена с рядом объективных и субъективных трудностей. Она требует обязательного отдыха накануне смены. Если это условие не соблюдается, то возрастает вероятность совершения аварии вследствие утомления водителя. Выявлено, что в ночную смену, как правило, менее качественно производится планировка маневровых

площадок в забоях, на перегрузочных пунктах и отвалах. Эти факторы вызывают повышенное напряжение водителей, что в конечном итоге сказывается на снижении надежности их работы.

К организационным причинам аварий относятся, в основном, несовершенная система выпуска и контроля за работой автосамосвалов на линии, нерациональная организация движения автотранспорта в карьере, отсутствие соответствующих дорожных знаков и указателей.

Из-за технических неисправностей автосамосвалов происходит в среднем 10,4 % аварий. В основном это вызвано отказами систем и механизмов, непосредственно влияющих на безопасность движения (рулевого управления, тормозной системы, карданной передачи и шин), а также возгораниями на автомобилях.

Организация безаварийной эксплуатации автотранспорта в карьерах включает разработку рациональных

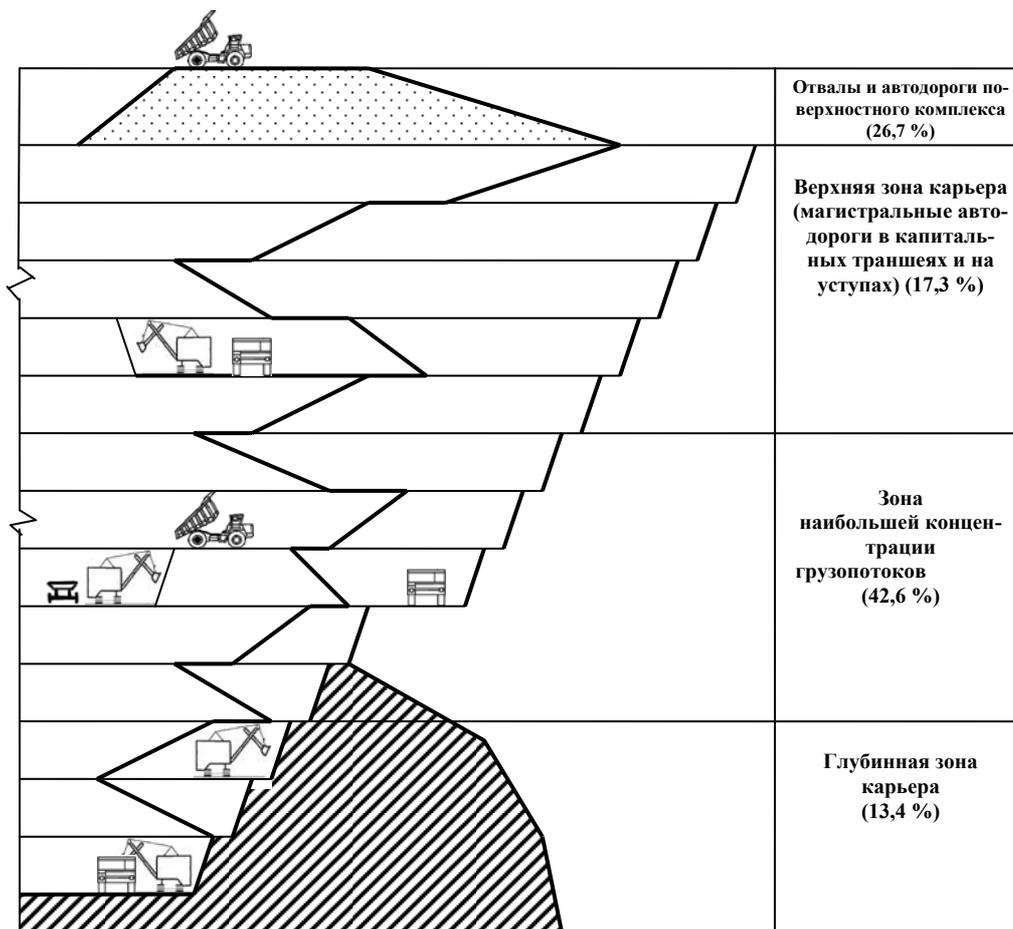


Рис. 3. Распределение аварий на автотранспорте по зонам работы в карьере

схем движения транспортных потоков и их корректировку в соответствии с динамически меняющимися условиями открытых горных работ, внедрение в практику методов и технических средств управления движением технологического автотранспорта.

Эффективным способом повышения безаварийности движения автотранспорта в карьерах является канализирование движения автосамосвалов. Оно предусматривает разделение транспортных потоков и направление их по траекториям, наиболее благоприятным с точки зрения безопасно-

сти движения. Это облегчает ориентацию водителей на сложных пересечениях, имеющих большую площадь и допускающих возможность хаотического движения автосамосвалов.

Регулирование транспортных потоков в карьерах имеет большое значение для создания условий безаварийной работы технологического автомобильного транспорта. С увеличением грузоподъемности и геометрических параметров автотранспорта, повышением скорости движения автосамосвалов по карьерным автодорогам, усложнением транспортных

коммуникаций карьеров эти вопросы становятся одними из основных в обеспечении безаварийности движения.

Натурные наблюдения показали, что важное место в рациональной организации транспортных потоков принадлежит дорожным знакам, устанавливаемым на автодорогах внутри карьера и на поверхности. Проблема регулирования движения автотранспорта в карьере с помощью системы дорожных знаков приобретает важный характер вследствие больших габаритов карьерных автосамосвалов, которые не всегда позволяют водителям правильно оценивать и прогнозировать дорожную ситуацию. Их действия по управлению автомобилем становятся менее уверенными, особенно при выполнении маневровых операций.

Конструкция и расположение знаков должны обеспечивать их хорошую видимость и распознавание на расстоянии не менее 100 м (рис. 4.).

Малые радиусы поворотов карьерных автодорог в сочетании с большими продольными уклонами резко сокращает расстояние видимости знаков. Обеспечение видимости дорожных знаков в ночное время особенно важно для стесненных условий карьеров, так как при малых радиусах поворотов фары автомобилей не обеспечивают достаточного освещения той стороны дороги, куда направлен поворот. В этом случае необходимо освещение дорожного знака или установка светящихся знаков.

До 15% аварий на технологическом автотранспорте карьеров происходит на перекрестках, где сосредоточено наибольшее количество точек взаимодействия транспортных потоков. Одной из причин аварий на перекрестках является отсутствие соответствующих предупреждающих

знаков и знаков, определяющих приоритет в движении. Если одна из пересекающихся дорог имеет большее транспортное значение, необходимо выделять главное направление движения установкой знаков «Пересечение со второстепенной дорогой» или «Главная дорога» на главной дороге и «Пересечение с главной дорогой» или «Проезд без остановки запрещен» на второстепенной дороге.

При расстановке дорожных знаков в карьерах особое внимание должно быть уделено участкам автодорог с пониженным уровнем безопасности движения: поворотам с малыми радиусами, спускам с большими продольными уклонами, сужениям автодорог.

Движение на карьерных автодорогах имеет ряд ограничений: запрещено движение всех видов транспорта кроме технологического, ограничена скорость движения, запрещены обгоны. Это должно находить отражение в дорожных знаках, устанавливаемых на карьерных автодорогах.

Особой категорией карьерных дорожных знаков должны стать технологические знаки управления автотранспортом. Для обеспечения высокопроизводительной работы карьерных автомобилей с гидромеханической трансмиссией необходимо, чтобы мощность двигателя использовалась полностью и гидротрансформатор работал в зоне высокого к.п.д. Другими словами, требуется выбрать оптимальный режим движения - включать ту программу, которая наиболее полно соответствует особенностям трассы, вовремя снижать скорость движения включением колодочных тормозов или тормоза-замедлителя. Однако задача выбора оптимального режима движения зависит от уровня квалификации и для малоопытных водителей затруднительна.

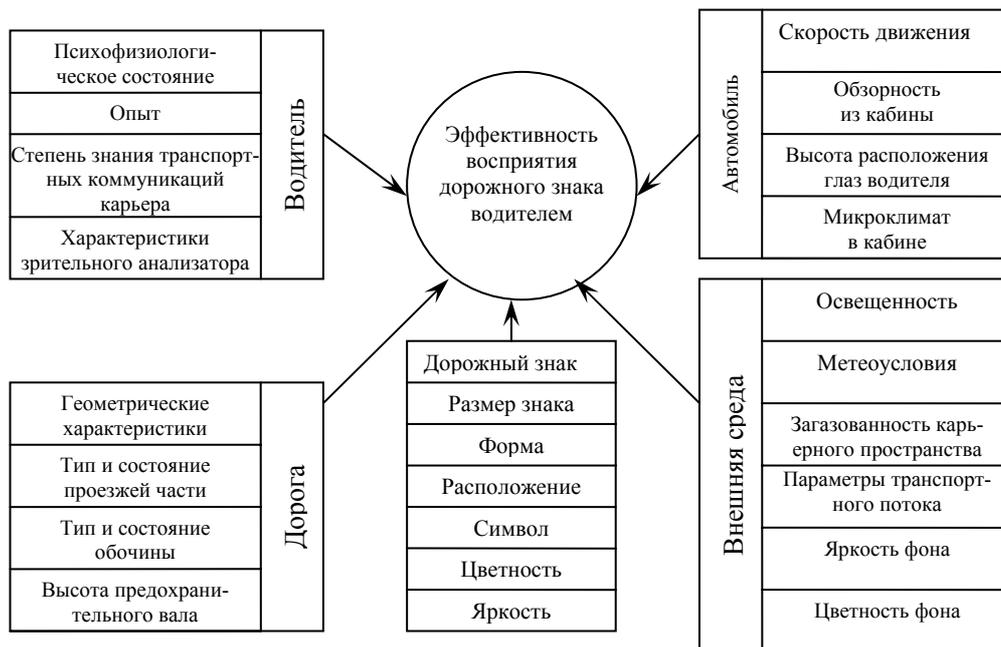


Рис. 4. Факторы, определяющие эффективность восприятия дорожных знаков

Поэтому карьерные технологические знаки устанавливаются на характерных участках трассы и рекомендуют водителям своевременно переходить на ту или иную передачу, включать тормоз-замедлитель или электродинамическое торможение, соблюдать оптимальный режим работы двигателя.

Типы технологических знаков и места их установки должны выбираться для каждой трассы отдельно с учетом конкретных горнотехнических условий. Применение технологических знаков позволит оптимизировать режимы движения автосамосвалов, повысить эффективность и безаварийность их работы.

Дорожные знаки в карьере устанавливаются, как правило, на предохранительных бровках или специально отсыпанных островках. Кроме знаков, предусмотренных ГОСТ Р 52289-2004 и ГОСТ Р 52290-2004, на открытых горных работах необходима установка дополнительных указателей и средств информации: схем карьерных автодорог; указателей «Рудный склад», «Породный отвал», «Место разгрузки», «Разгрузка запрещена»; схем движения в карьере и на поверхности; номеров рудных складов, отвалов и экскаваторов. Для подготовки водителей к работе в сложных условиях карьеров рекомендуется использование макетов карьеров с нанесением на них дорожной сети, мест расположения экскаваторов, перегрузочных пунктов и отвалов, дорожных знаков и указателей.

Статистика свидетельствует о том, что примерно 70 % аварий приходится на водителей со стажем работы до трех лет. Установлено, что водитель полностью овладевает мастерством управления автомобилем в среднем за 5-7 лет. При этом выделяются три основных этапа обучения. На первом этапе происходит освоение водителем органов управления автомобиля. На втором - приобретение навыков оп-

зателей и средств информации: схем карьерных автодорог; указателей «Рудный склад», «Породный отвал», «Место разгрузки», «Разгрузка запрещена»; схем движения в карьере и на поверхности; номеров рудных складов, отвалов и экскаваторов. Для подготовки водителей к работе в сложных условиях карьеров рекомендуется использование макетов карьеров с нанесением на них дорожной сети, мест расположения экскаваторов, перегрузочных пунктов и отвалов, дорожных знаков и указателей.

ределения положения автосамосвала на автодороге и изменения траектории его движения. Третий этап является наиболее важным, так как в это время водитель учится правильно воспринимать информацию о дорожной обстановке, прогнозировать ее развитие и принимать оптимальные решения по управлению автосамосвалом. При существующей системе обучения водителей третий, наиболее ответственный этап обучения водители осваивают самостоятельно в процессе работы в карьере. Такой путь длителен и опасен, о чем свидетельствует высокий уровень аварийности среди водителей с малым стажем работы.

Исследования показывают, что продолжительность третьего этапа можно сократить внедрением ситуационного метода обучения водителей. Все многообразие дорожно-транспортных ситуаций (ДТС) можно квалифицировать по ряду характерных признаков и выдать рекомендации по управлению автомобилем в сходных условиях. Наиболее опасным в условиях карьеров являются ДТС, возникающие при проезде перекрестков карьерных автодорог и железнодорожных переездов, встречном разъезде автосамосвалов, при движении автосамосвалов задним ходом, а также при обгоне и объезде различных препятствий. В большинстве случаев развитие ДТС можно прогнозировать для выбора оптимальных действий, обеспечивающих безаварийность движения карьерных автосамосвалов. Процесс неблагоприятного развития

ДТС условно можно разделить на несколько этапов: предопасную, критическую и момент аварии. Цель ситуационного обучения - научить водителей предпринимать необходимые управляющие воздействия на начальных этапах опасного развития ДТС, когда предотвращение аварий наиболее вероятно. В процессе обучения приводятся основные причины возникновения аварий, типичные ошибки водителей, формируется структура наиболее часто встречающихся ситуаций. Далее производится анализ и разрабатываются рекомендации по безаварийному управлению автосамосвалами.

Конечным этапом ситуационного обучения является проверка результатов с помощью тестов, тренажеров или в специально обустроенных местах, где не происходит технологических перевозок горной массы. Применение ситуационного обучения на 10-12 % уменьшает аварийность на карьерном автотранспорте по сравнению с традиционными методами обучения.

Для безаварийной и эффективной эксплуатации технологического автотранспорта рекомендуется комплекс мероприятий по рациональному распределению грузопотоков в карьерах, организации движения автосамосвалов с помощью дорожных и технологических знаков, реконструкций транспортных коммуникаций и маневровых площадок, внедрению ситуационного метода обучения и повышению квалификации водительского состава. ■■

Коротко об авторах

Яковлев В.Л. – член-корр. РАН, ИГД УрО РАН,

Могилат В.Л. – доктор технических наук, УГЛТУ,

Тарасов П.И. – кандидат технических наук, ИГД УрО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 13 симпозиума «Неделя горняка-2008».

Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.В. Мельник*.