

Повышение безопасности эксплуатации строительного оборудования на колёсном ходу

В.П. ВАРФОЛОМЕЕВ,
канд. техн. наук

В течение длительного времени в строительной индустрии наблюдается снижение количества несчастных случаев на производстве. Однако их число со смертельным исходом при работе строительного оборудования на колёсном шасси, например, в Японии, составляет около 20% от общего числа несчастных случаев. Для предотвращения таких несчастных случаев предполагается проведение комплекса мероприятий, направленных на совершенствование конструкций машин с учётом требований техники безопасности при ужесточении требований к квалификации операторов и обслуживающего персонала.

Количество несчастных случаев (в том числе со смертельным исходом), произошедших на строительном оборудовании, по данным за 5 лет, опубликованным в Японии, приведены на рис. 1 и в табл. 1. Можно выделить несчастные случаи, которые имели место при эксплуатации автомобилей, подъёмных кранов и строительного оборудования на колёсном шасси, из них примерно 35% приходится на строительное оборудование. На рис. 2–4 приведены диаграммы распределения количества несчастных случаев: на гидравлических экскаваторах они составляют 62%, на дорожных катках – 9%, на транспортных машинах при движении по бездорожью – 6%, на оборудовании с ударными и уплотнительными навесными рабочими органами – 5%.

Рис. 1. Количество несчастных случаев, имевших место на строительном оборудовании, включая несчастные случаи со смертельным исходом (данные 1995–1999 гг.): 1 – на прочем строительном оборудовании; 2 – на колёсном строительном оборудовании; 3 – на подъёмных кранах; 4 – на автомобильной технике

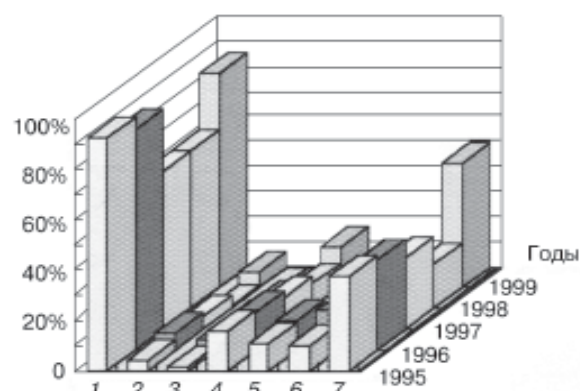
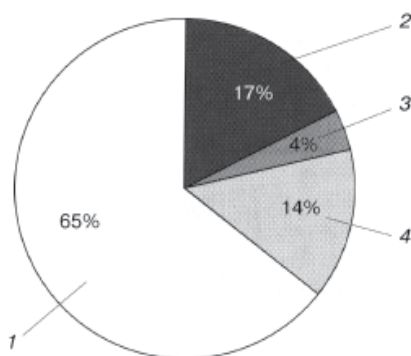


Рис. 2. Диаграмма количества несчастных случаев на отдельных видах оборудования по годам (данные 1995–1999 гг.): 1 – гидравлические колёсные экскаваторы; 2 – бульдозеры; 3 – гусеничные экскаваторы; 4 – дорожные катки; 5 – транспортные машины для работ на бездорожье; 6 – оборудование с ударными навесными рабочими органами; 7 – прочие машины

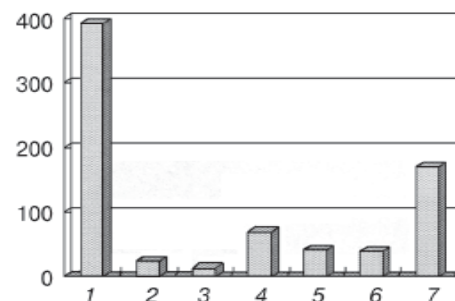


Рис. 3. Диаграмма общего количества несчастных случаев по видам оборудования за 5 лет (1995–1999 гг.): 1–5 – то же, что на рис. 2; 6 и 7 – оборудование с ударными и уплотнительными навесными рабочими органами

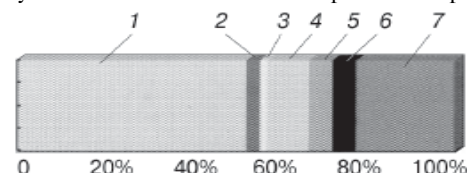


Рис. 4. Соотношение количества несчастных случаев по видам оборудования (1–7 – то же, что на рис. 2)

Таблица 1
Количество несчастных случаев (включая случаи со смертельным исходом), имевших место при работе различных строительных машин

Строительные машины	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	Всего
На колёсном ходу	174 (17%)	178 (18%)	127 (15%)	103 (14%)	170 (21%)	752 (17%)
Подъёмные краны	53 (5%)	57 (6%)	23 (3%)	22 (3%)	20 (3%)	175 (4%)
Автомобильная техника	147 (14%)	148 (15%)	117 (14%)	109 (15%)	110 (14%)	631 (14%)
Прочие	647 (64%)	618 (61%)	581 (68%)	491 (68%)	494 (62%)	2831 (65%)
Всего	1021 (100%)	1001 (100%)	848 (100%)	725 (100%)	794 (100%)	4389 (100%)

По характеру несчастные случаи, возникающие при эксплуатации гидравлических экскаваторов, можно классифицировать так: захват работающего за одежду, наматывание выступающих частей одежды на подвижные агрегаты; переворот машины, её падение и падение персонала, несчастные случаи, возникающие при повороте оборудования и т.д. Несчастные случаи с операторами либо водителями (рис. 5, а) возникали 247 раз (43%), с обслуживающим персоналом и работниками, находившимися рядом с работающим оборудованием (рис. 5, б), – 334 раза (57%). Таким образом, установлено, что при эксплуатации гидравлических экскаваторов наибольшее число пострадавших имеет место среди операторов и обслуживающего персонала, работающего рядом с оборудованием.

Причины несчастных случаев, возникавших при работе отдельных видов строительных машин

Если при работе гидравлических колёсных экскаваторов имеет место наибольшее число несчастных случаев со смертельным исходом, то при эксплуатации дорожных катков их число значительно меньше. За 5 лет общее число пострадавших при эксплуатации гидравлических колёсных экскаваторов составило 377 человек – это наибольший показатель среди всего строительного оборудования на колёсном ходу. За это время количество гидравлических колёсных экскаваторов, используемых в Японии, возросло в среднем на 740 тыс., количество гидравлических гусеничных экскаваторов – на 150 тыс., бульдозеров – на 90 тыс. Это свидетельствует о том, что число несчастных случаев зависит от количества эксплуатируемых гидравлических экскаваторов.

Можно проанализировать характер работ или манёвров, которые выполняли операторы гидравлических колёсных экскаваторов, при которых исполнители получили травмы (табл. 2), а также характер этих несчастных случаев (табл. 3). Среди пострадавших в аварии операторов большинство получили травмы при переворотах машины, движении юзом либо падениях. Если рассматривать характер проводимых работ или манёвров, то, как правило, травмы получают при извлечении грунта, при перемещении и маневрировании машины по наклонным участкам дорог или на вязком грунте вследствие потери равновесия при увязании одной пары колес в грунте. При извлечении грунта и его погрузке, вращении поворотной платформы шасси

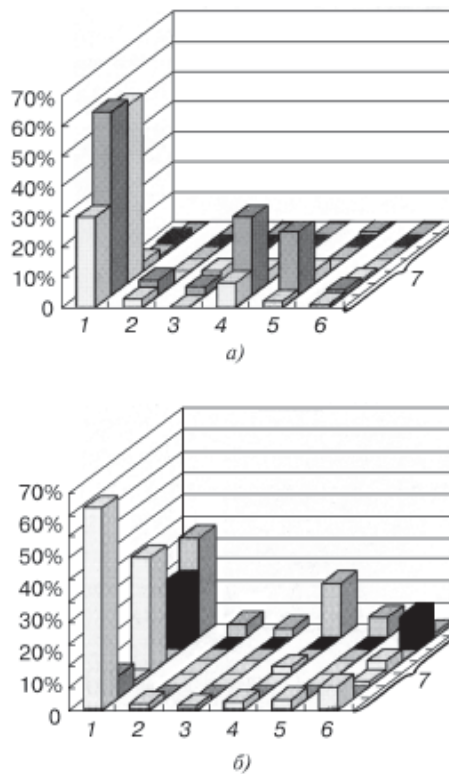


Рис. 5. Диаграмма количества несчастных случаев, возникших с водителями либо операторами (а) и обслуживающим персоналом (б) строительных машин: 1 – 6 – то же, что на рис. 2; 7 – захват рабочего выступающими агрегатами оборудования, падение грузов с высоты, нанесение ударов персоналу, переворот оборудования, несчастные случаи при повороте и падении грузов, захват за одежду и наматывание её на подвижные части машины

Таблица 2
Количество несчастных случаев в зависимости от вида работ или манёвров, проводимых гидравлическими колёсными экскаваторами

Виды работ или манёвров	Число несчастных случаев (%)
Перемещение оборудования или его рабочих органов	89 (24)
Проскальзывание (движение юзом) оборудования или других предметов относительно него	86 (23)
Поворот или останов оборудования или его подвижных органов	70 (19)
Извлечение грунта или другие режимы работ	65 (17)
Прочие	67 (18)
Всего	377 (100)

Таблица 3
Природа несчастных случаев, имевших место при выполнении работ или манёвров гидравлическими колёсными экскаваторами

Природа несчастных случаев	Число несчастных случаев (%)
Переворот, проскальзывание оборудования или его рабочих органов	142 (38)
Задевание работающего персонала или нанесение ему ударов подвижными рабочими органами	114 (30)
Захват за одежду	45 (12)
Падение работающего персонала или нанесение ему ударов посторонними предметами	42 (11)
Падение грузов	24 (6)
Другое	10 (3)
Всего	377(100)

гидравлического экскаватора может находиться в неустойчивом положении. В этом случае оператор должен следить за ситуацией и вовремя остановить поворотную платформу либо экскаватор. Одной из причин аварийных ситуаций специалисты считают проскальзывание работающего оборудования (движение юзом) на склонах, а также снижение внимания оператора, например потеря реакции на скорость перемещения при управлении машиной.

У персонала, работающего вблизи действующего оборудования, часто случаются травмы вследствие соударения с хвостовой частью и противовесами машины. Большинство несчастных случаев возникает при перемещении фронтальных агрегатов. Наличие на борту устройств безопасности снижает количество травм, особенно при резких изменениях положения экскаватора. Имеют место травмы при выходе оператора из кабины или подъёме на рабочее место, а наличие, например, ремней, системы защиты кабины от падающих предметов значительно снижает число пострадавших. Когда системы защиты от падающих предметов на гидравлических экскаваторах не применялись, то тяжелые несчастные случаи составляли 30%. Практика подтверждает, что *ремни безопасности являются эффективным средством предотвращения травматизма персонала*.

При эксплуатации гидравлических колёсных экскаваторов, режим работы которых резко отличается от режима эксплуатации бульдозеров и гусеничных экскаваторов, наличие устройств и систем безопасности гарантирует защиту кабины оператора при перевороте и от падающих предметов. Для гидравлических экскаваторов класса 1–6 т применение этих систем защиты является обычным делом.

Для исключения захвата работающих за одежду, движения машины юзом при работе устанавливаются *информационные средства*: телекамеры; оповещающие устройства; датчики, работающие в инфракрасном спектре, и т.д. Все эти приспособления позволяют исключить аварии и несчастные случаи, причём их можно применять дифференцированно в зависимости от режима эксплуатации строительного оборудования.

Количество несчастных случаев и аварийных ситуаций, возникающих при эксплуатации *дорожных катков*, значительно меньше, чем на гидравлических экскаваторах и других машинах — за 5 лет их было 74. Большая часть несчастных случаев возникает непосредственно при проведении работ, зави-

сит от сложности технологии их выполнения. Количество несчастных случаев, имевших место на *колёсных дорожных катках*, составляет примерно 1/3 от общего числа несчастных случаев, произошедших на дорожных катках. С учётом того, что количество такого оборудования на дорожных работах значительное, этот показатель считается высоким. Причины возникновения этих несчастных случаев: высокая скорость проведения работ; резкое маневрирование колесных катков; тяжелые условия проведения работ; высоко расположенный центр тяжести машины.

Частота возникновения аварий зависит от наличия устройств безопасности. Наиболее эффективной мерой защиты при опрокидывании и ударе падающих предметов является применение *систем типа ROPS и FOPS*, которыми фирмы-поставщики снабжают все мощные дорожные виброкатки. Однако коэффициент комплектации этими системами катков, эксплуатируемых на дорогах общего назначения, практически равен нулю. В этой связи необходимо разработать специальные системы типа ROPS, отвечающие специфике эксплуатации таких катков.

Для исключения несчастных случаев, возникающих при захвате рабочих за одежду, наиболее эффективным является использование *информационных устройств*, располагаемых в непосредственной близости к оборудованию. Некоторые фирмы-поставщики такими устройствами снабжают колёсные катки для большего уплотнения грунта. По принципу действия эти информационные средства основаны на законах излучения ультразвука.

Устройства безопасности, применяемые на колёсном строительном оборудовании

Устройства безопасности кабины должны обеспечивать гарантированную защиту оператора. Для этого были разработаны типовые технические условия на создание таких устройств, в соответствии с которыми они должны устанавливаться во всех зонах, где могут возникать опасные ситуации при работе, но в первую очередь это касается строительных машин на колёсном шасси.

Системы FOPS (защита от падающих предметов) должны обеспечивать защиту оператора от удара камней, грунта и других посторонних предметов при падении их на кабину. Их конструкции определяются стандартом, по которому изготовитель обязан создавать такие системы двух типов. Си-

системы первого типа применяются при проведении вспомогательных работ во время дорожного строительства и должны выдерживать удары падающих на кабину оператора предметов, грунта, каменной породы, а также защищать отдельные узлы машины. *Системы второго типа* применяются для гарантированной защиты кабины оператора от падающих крупногабаритных предметов: кусков древесины, деревьев, камней, фрагментов демонтируемых зданий и т.д. Специалисты считают, что системы типа FOPS должны быть установлены в преимущественных вариантах поставок на всех моделях строительной техники.

Устройства фронтальной защиты регламентируются нормативными актами об устройстве строительного оборудования на колёсном шасси. Колёсное строительное оборудование, имеющее остекление кабин (особенно переднее стекло), должно обеспечивать безопасность рабочего места оператора и работающего персонала. Кабина оператора должна быть остеклена упрочнённым стеклом специальных марок и снабжена устройствами защиты от удара посторонних предметов. В последние годы кабины оператора гидравлических экскаваторов имеют остекление из такого упрочнённого стекла.

Системы ROPS (защита при опрокидывании машины) предназначены для защиты кабины оператора и всей машины эксплуатационной массой 1–6 т (к ним относятся модели с качающимися выносными агрегатами типа стрел). Оператор такого оборудования должен во время работы использовать ремни безопасности, которые значительно уменьшают вероятность возникновения травм. Конструктивно системы защиты при опрокидывании машины регламентируются стандартом ISO 12117. Следует отметить, что большинство фирм-поставщиков соблюдают этот стандарт, и в обычных вариантах поставок их оборудование снабжается системами защиты.

Системы OPS (защита при скольжении и произвольном движении машины) обычно устанавливают на оборудовании эксплуатационной массой более 0,7 т. Эти системы должны срабатывать при скорости перемещения или маневрирования машины более 16 км/ч, при угле дорожного полотна более 30°, а также если дорожное полотно, кроме такого угла, имеет неустойчивую грунтовую поверхность. Оператор, пристегнутый ремнём безопасности, гарантирован от нежелательных изменений поло-

жения своего тела. Стандарт указывает, что такие системы должны применяться в основном на инженерном оборудовании, но разработчики считают, что они могут быть полезными для экскаваторов и дорожных катков.

Ремни безопасности. Они должны обладать необходимой прочностью, а их прочностные характеристики должны соответствовать техническим характеристикам систем OPS и ROPS. В последние годы в стандартных вариантах поставок гидравлические экскаваторы массой в снаряжённом состоянии более 6 т снабжаются такими ремнями.

Зеркала. На строительной технике используются два типа зеркал: *зеркала вне кабины и внутри кабины.* Цель их установки — обеспечение обзора мёртвых зон, находящихся в хвостовой части работающего оборудования. На конструирование и установку таких зеркал разработаны соответствующие нормы, в которых, в частности, утверждается, что оборудование на колёсном шасси должно снабжаться средствами, обеспечивающими обзор оператору всего рабочего пространства и безопасность эксплуатации техники. Стандарт ISO 6005 регламентирует зоны обзорности, получаемые с помощью таких зеркал на инженерном строительном оборудовании.

Средства аварийного оповещения представляют собой устройства, информирующие оператора о состоянии оборудования, выполнении рабочих операций, перемещении и маневрировании машины. Такие устройства, как правило, устанавливаются на гидравлических экскаваторах. Аварийные сигналы возникают, когда, например, рукоятка управления неправильно расположена при движении в переднем и заднем направлении. Так называемые *средства аварийного оповещения с обратной связью* также представляют собой информационные устройства, используемые при движении машины в заднем направлении, и они, как правило, устанавливаются на колёсном строительном оборудовании, повороты на котором выполняются не часто (бульдозеры и дорожные катки). Например, если рукоятка управления находится в положении перемещения машины задним ходом, то в кабине оператора раздаётся соответствующий звуковой сигнал. В настоящее время подобные средства аварийного оповещения устанавливаются почти на всех моделях строительного оборудования.

Системы контроля работы блоков, узлов, расположенных в хвостовой части машины. К ним

относятся системы контроля, работающие в инфракрасном спектре, для использования в ночное время. Такие системы позволяют оператору надежно управлять оборудованием в ночное время. Функциональные характеристики работающих агрегатов и их рабочее состояние также могут отслеживаться этими системами. Подобные системы монтируются практически на всех поставляемых моделях.

Информационные системы непосредственного контакта с оператором разработаны на основе принципов распространения ультразвуковых колебаний, магнитных полей и т.д. Они могут работать как на малых, так и на больших расстояниях, отличаются достаточной надёжностью, стойкостью в эксплуатации, реагируют на приближение человека к работающему оборудованию. В настоящее время на рынок поставляется большое количество оборудования, снабжённого такими информационными системами.

Целью установки *систем аварийного оповещения с обратной связью* является защита персонала, работающего рядом с оборудованием. Так, эффективность зеркал наружного обзора является достаточно высокой. Коэффициент готовности к работе устройств безопасности мощного крупногабаритного и стандартного среднегабаритного оборудования является высоким, в то время как этот показатель для малогабаритного оборудования может быть небольшой.

Применительно к *гидравлическим экскаваторам* достаточная эффективность и безопасность эксплуатации достигается применением ремней безопасности, защищающих оператора либо персонал при опрокидывании и повороте оборудования. Эффективность этого способа достигает почти 100% для машин массой более 6 т, она является высокой и для гидравлических экскаваторов массой менее 6 т. Повышенную безопасность эксплуатации имеют модели, снабжённые системами OPS, и такое оборудование имеет достаточно широкое распространение. При комплектации кабины оператора экскаватора снаряжённой массой более 6 т ремнями безопасности гарантирована безопасность персонала. Для мощных гидравлических экскаваторов нормы безопасности продолжают совершенствоваться.

Для *дорожных катков* аварийные ситуации, ведущие к несчастным случаям, являются относительно редкими. Эффективность систем ROPS — хорошая, но они устанавливаются преимущественно на дорожных виброкатках

и редко на колёсных. В общем, коэффициент распространения систем типа ROPS на дорожных катках общего применения почти равен нулю, поэтому необходимо совершенствовать конструкции систем ROPS для дорожных катков.

Условия возникновения несчастных случаев при эксплуатации строительного оборудования на колёсном шасси и внедрения устройств безопасности следует рассматривать применительно к гидравлическим экскаваторам и дорожным каткам. В Японии, согласно «Указаниям по стандартизации условий безопасности строительного оборудования», проектировщики и изготовители строительного оборудования должны планировать его безопасность, совершенствовать средства безопасности в соответствии с принятыми концепциями разработки, которые удовлетворяют как пользователей, так и разработчиков оборудования.

Фирмам-поставщикам и пользователям строительного оборудования на колёсном шасси желательно планировать мероприятия по совершенствованию средств безопасности. Обеим сторонам следует прилагать усилия для предотвращения несчастных случаев с операторами и работающим с персоналом.

(По материалам зарубежной информации)

СДМ