

## ОХРАНА ТРУДА. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 621.86: 69

С. Д. Галюжин, канд. техн. наук. доц, В. М. Пускова, М. И. Руцкий

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Изложены результаты анализа трех несчастных случаев со смертельным исходом, произошедших при выполнении работ с использованием грузоподъемных машин в строительных организациях Могилевской области. Так, из-за невыполнения требований безопасной эксплуатации грузоподъемных машин получили травмы со смертельным исходом кровельщик Осиповичского СП ОАО «Кровля» и мастер ДПП «Коммунальник» г. Костюковичи. Из-за разрушений сварочных швов кронштейна подъемника автомобильного гидравлического ВС-222-01 получили травмы со смертельным исходом две работницы строительного управления г. Кричева.

Анализ несчастных случаев в строительных организациях Могилевской области показывает, что зачастую они происходят по причине отказа (поломок) грузоподъемных машин или из-за невыполнения требований безопасной эксплуатации обслуживающим персоналом. Приведем примеры несчастных случаев.

*Первый случай.* Бригада кровельщиков СП ОАО «Кровля» в составе трех человек осуществляла ремонт кровли здания Осиповичского районного Центра культуры. Во время погрузки материалов демонтированной кровли в автомашину ЗИЛ-130 с помощью подъемника К1-01 произошло опрокидывание и падение подъемника с крыши здания (рис. 1).

Во время падения подъемника двое кровельщиков находились в кузове автомобиля и с помощью каната, прикрепленного к крюковой подвеске, оттягивали бункер с грузом для установки его в кузов автомобиля. Подъемник К1-01 травмировал двоих кровельщиков, при этом один из них получил травму со смертельным исходом.

Погрузка-разгрузка грузов подъемником К1-01 осуществлялась с правой от

фасада стороны здания, где в верхней части стены была разобрана кирпичная кладка парапета, т. е. выполнен проем для перемещения грузов подъемником (см. рис. 1). Подъемник К1-01 был установлен на крыше здания. Под передние и задние лапы подъемника К1-01 были подложены подставки, каждая из которых состояла из трех деревянных поддонов и доски общей высотой 515 мм (на рис. 1 показана стрелкой А и Б). Во время происшествия верхний поддон и доска из-под передних лап подъемника К1-01 были сброшены (на рис. 1 показано стрелками В и Г).

Подъемник К1-01 [1] изготовлен Минским ПО «Строймаш». Он содержит переднюю стойку 1, заднюю стойку 2, балку 3, тележку 4, крюковую подвеску 5, привод 6, пульт электрического управления 7, контргрузы 8, устройство ограничения высоты подъема груза 9 (рис. 2).

Для выполнения работ на подъемнике использовались одноветьевой строп 10, четырехветьевого строп 4СК-0,63 11, бункер 12 (тара для груза),

канат (веревка) 13, прикрепленный к грузовой подвеске. При осмотре и обмерах

установлено, что одноветьевой строп 10 имел диаметр 12,4 мм и длину 2230 мм.



Рис. 1. Вид места установки подъемника на крыше здания

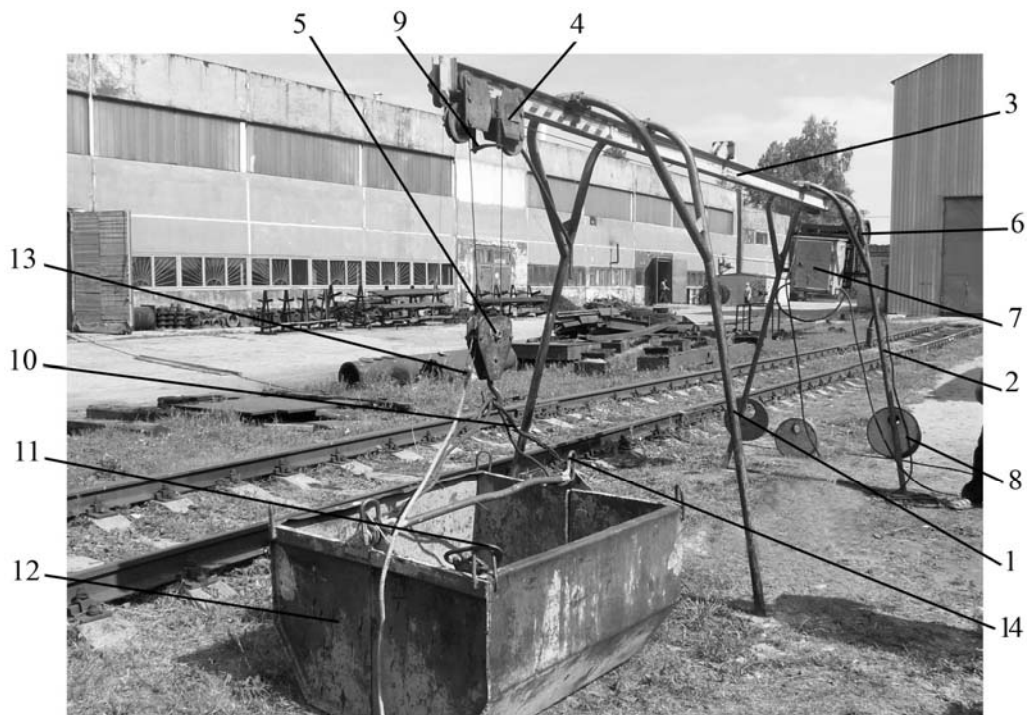


Рис. 2. Общий вид подъемника К1-01

На стропе отсутствовала бирка, характеризующая его технические параметры. Каких-либо повреждений на стропе не обнаружено. Предположительно был использован строп типа СКП1-1,0. Согласно ГОСТ 25573-82 стропы СКП1-1,0 предназначены для строповки грузов массой 0,7 т. Остальные используемые изделия находились в технологически исправном состоянии.

Для оценки возможных вариантов опрокидывания подъемника и определения ситуации предшествующей аварии приведена схема работы подъемника (рис. 3), при составлении которой установлено:

– подъемник 1 располагался на крыше здания Осиповичского районного

Центра культуры и был установлен на подставках 3 и 4;

– груз в бункере 6 общей массой 360 кг был частично опущен, и центр его подвески находился на высоте 5180 мм от поверхности площадки;

– центр подвески груза находился на расстоянии 495 мм от стены 2 здания;

– задний борт автомобиля 9 находился на расстоянии 2135 мм от центра опускания груза;

– в кузове автомобиля на расстоянии 4185 мм от центра подвеса груза находились двое кровельщиков 8 и с помощью каната (оттяжки) 7 подтягивали груз в кузов автомобиля.

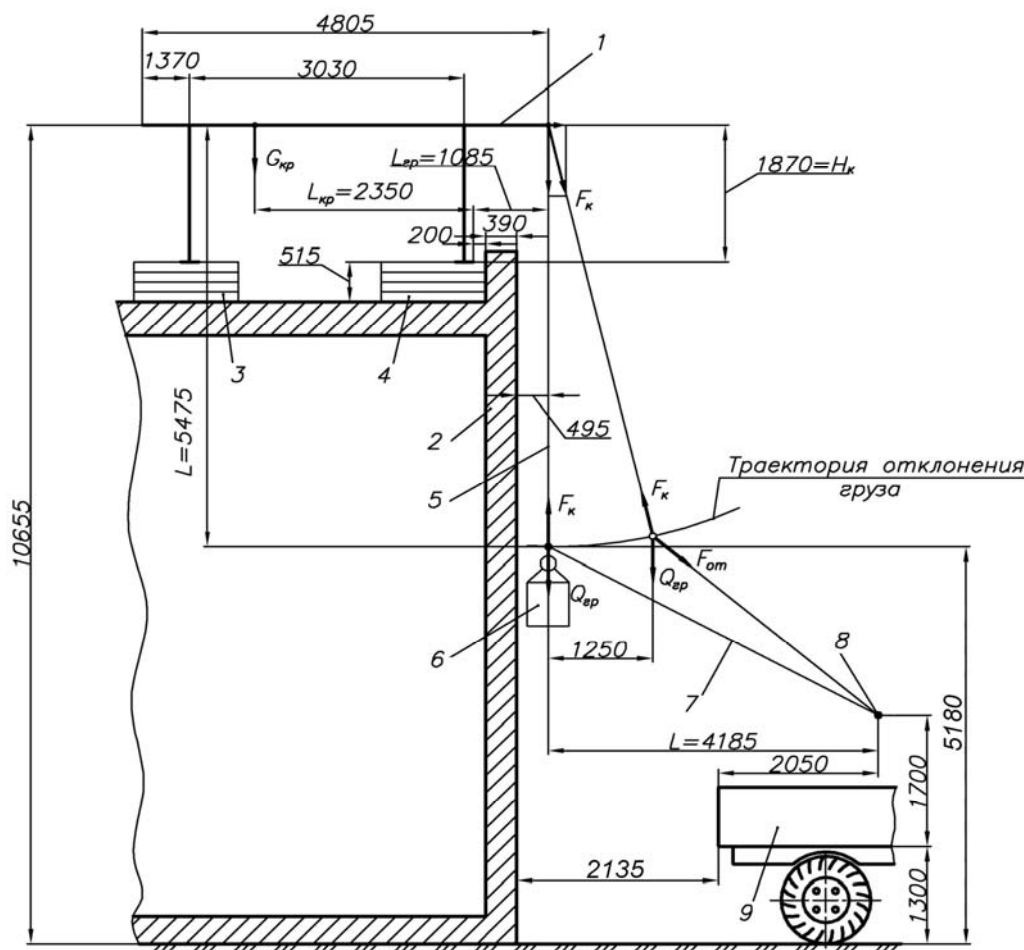


Рис. 3. Схема к расчету устойчивости подъемника

$m_{zp}$  – масса груза с бункером,  
 $m_{zp} = 360$  кг;

$m_{kp}$  – масса подъемника,  $m_{kp} = 291,5$  кг;

$L_{zp}$  – расстояние от ребра опрокидывания подъемника до центра тяжести груза,  $L_{zp} = 1085$  мм;

$L_{kp}$  – расстояние от ребра опрокидывания подъемника до центра тяжести подъемника (измерено экспериментально),  $L_{kp} = 2350$  мм;

$L_n$  – длина канатов грузового полиспаста,  $L_n = 5475$  мм;

$H_k$  – высота подъемника,  $H_k = 1870$  мм;

$F_k$  – усилие в канатах грузового полиспаста;

$F_{om}$  – усилие в оттяжке, создаваемое рабочими, находящимися в кузове автомашины. Определяем возможность опрокидывания подъемника в случае, когда груз массой 360 кг подвешен вертикально на канатах полиспаста.

Опрокидывающий момент, создаваемый весом груза относительно ребра опрокидывания, крана равен

$$M_{опр} = m_{zp} \cdot q \cdot L_{zp} = 360 \cdot 9,81 \cdot 1,085 = 3832,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Удерживающий момент, создаваемый собственным весом подъемника относительно ребра опрокидывания подъемника, равен

$$M_{уд} = m_{kp} \cdot q \cdot L_{kp} = 291,5 \cdot 9,81 \cdot 2,35 = 6720 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Коэффициент грузовой устойчивости

$$K_{zp} = \frac{M_{уд}}{M_{опр}} = \frac{6720}{3832,8} = 1,753.$$

В соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» коэффициент грузовой устойчивости должен быть  $K_{zp} \geq 1,4$ .

Таким образом, при вертикальном расположении груза опрокидывание подъемника не произойдет.

Опрокидывание подъемника при вертикальном расположении груза может произойти в положении неустойчивого равновесия, когда  $M_{уд} = M_{опр}$ , т. е.

$$m_{zp} \cdot q \cdot L_{zp} = m_{kp} \cdot q \cdot L_{kp}.$$

В этом случае масса груза, необходимая для опрокидывания подъемника, должна быть

$$m_{zp} = \frac{m_{kp} \cdot L_{kp}}{L_{zp}} = \frac{291,5 \cdot 2,35}{1,085} = 631,4 \text{ кг}.$$

Оценим возможность опрокидывания подъемника в случае, когда груз массой 360 кг отклоняется от вертикального положения оттяжкой, усилие в которой создают рабочие, находящиеся в кузове автомашины. Расчет выполняем графо-аналитическим методом. В результате расчета установлено, что опрокидывание подъемника произойдет при отклонении груза от вертикального положения на 1,25 м.

Причиной несчастного случая явилось опрокидывание подъемника из-за отклонения груза массой 360 кг от вертикального положения на 1,25 м в сторону кузова автомобиля двумя кровельщиками, находившимися в кузове автомобиля. Это является нарушением п. 3.2 инструкции по эксплуатации подъемника (разрешается только вертикальный подъем и опускание грузов без подтягивания и рывков) [1].

*Второй случай.* При выполнении работ по ремонту дымовой трубы на крыше двухэтажного дома № 51 по ул. Кулешова (г. Костюковичи Могилевской области) произошло падение люльки подъемника монтажного специального ОПТ-9195. При ее падении трое работников ДПП «Коммунальник» (г. Костюковичи) получили травмы с тяжелым исходом, при этом один из пострадавших получил травму со смертельным исходом.

При проведении экспертизы установлено, что используемый подъемник монтажный специальный ОПТ-9195 [2], смонтированный на базе трактора МТЗ-82п, принадлежал Климовичскому предприятию электрических сетей.

Подъемник изготовлен Кировоградским ремонтно-механическим заводом (Украина). Особенностью конструкции подъемника является то, что на оголовок выдвижной части телескопической стрелы 1, кроме крюковой подвески 2 с поли-

спастом 3, может монтироваться съемная люлька. Люлька выполнена в виде корпуса 4, шарнирно соединенного с вилкой 5, верхняя часть которой с помощью крепежного замка 6 соединена с оголовком стрелы 1 (рис. 4).

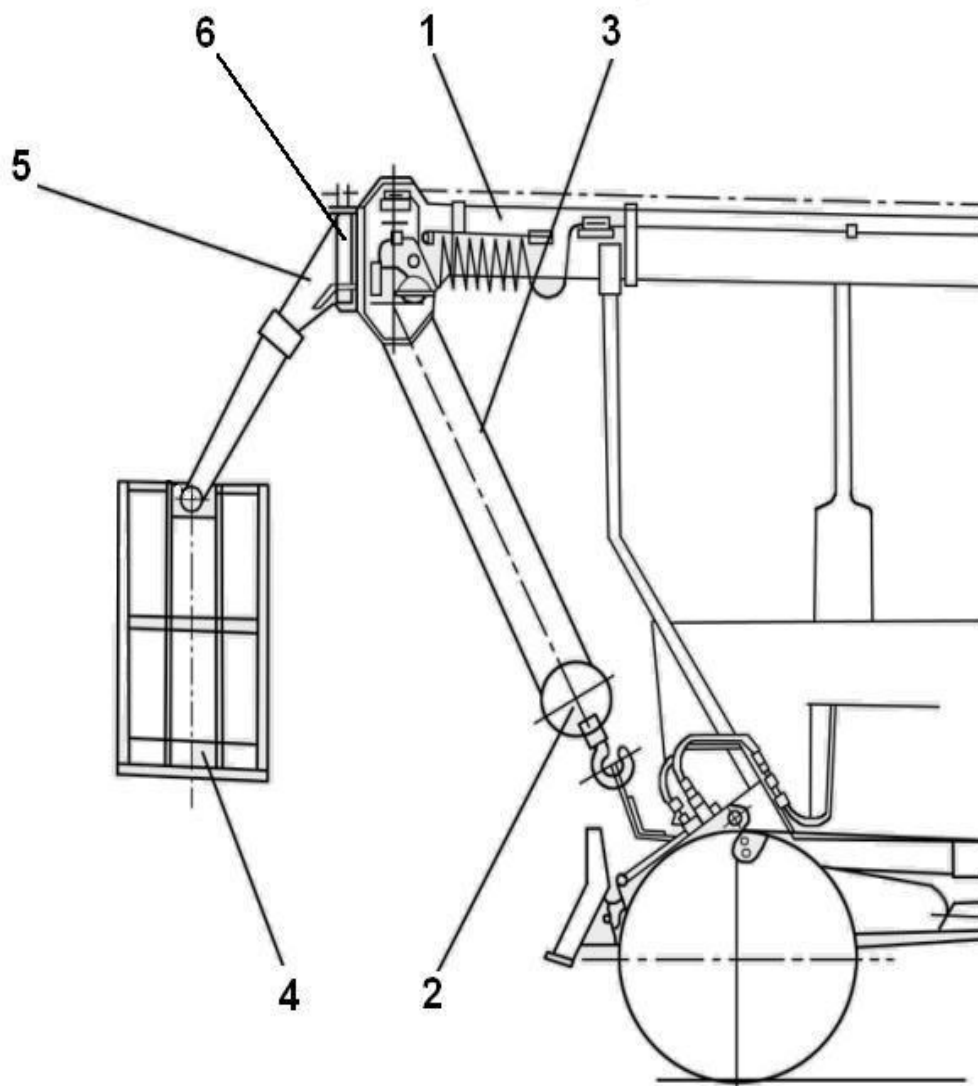


Рис. 4. Расположение грузоподъемных устройств на стреле подъемника ОПТ-9195

Крепежный замок (рис. 5) содержит кронштейн 7, приваренный к оголовку стрелы 1, выполненному в виде трапецидальной призмы. Передняя, задняя и боковые поверхности замка выполнены в виде трапеций. На кронштейн 7 насаживается верхняя часть вилки 5 люльки, ко-

торая выполнена из листовой стали корччатого сечения по форме, схожей с формой кронштейна. Удержание люльки на кронштейне осуществляется за счет обратноклинового зацепления. Для предотвращения рассоединения люльки с кронштейном на кронштейне в его ле-

вом верхнем углу предусмотрено отверстие, в которое после навески люльки вставляется фиксирующая ось 8. Для ис-

ключения самопроизвольного выпадения фиксирующей оси 8 из отверстия предусмотрено установка шплинта 9.

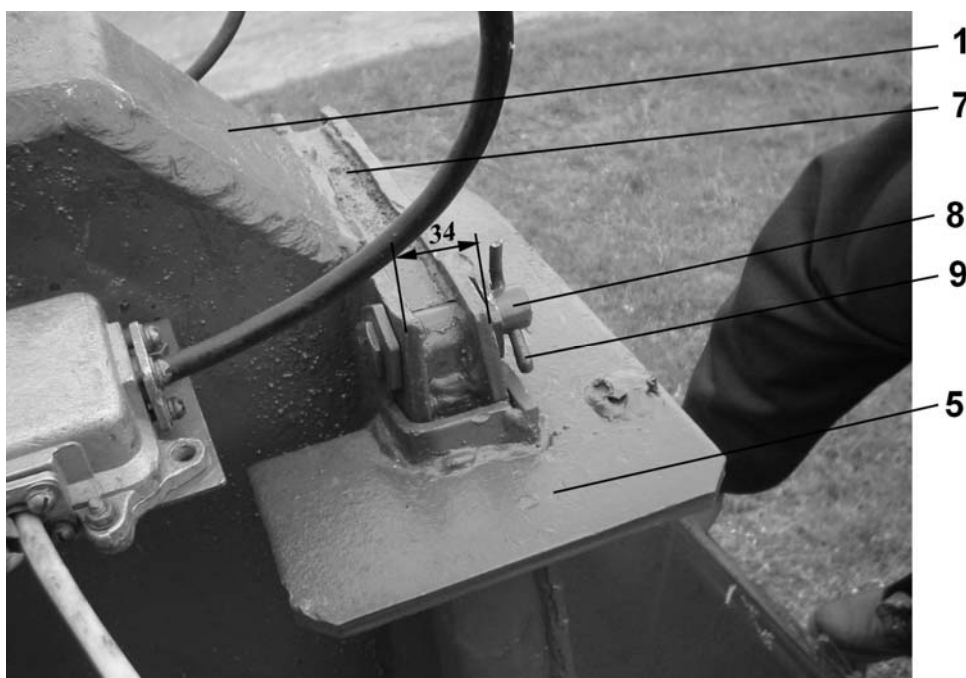


Рис. 5. Крепежный замок люльки

Для оценки достоверности происшествия при проведении экспертизы был выполнен эксперимент. Подъемник был установлен на месте происшествия примерно там же, где и находился при ремонте дымовой трубы. В люльку был помещен груз (мешки с песком) массой около 250 кг, что примерно соответствовало массе трех человек, которые находились в люлке во время происшествия. В подъемнике была демонтирована (снята) фиксирующая ось. Вилка люльки была зацеплена двумя одноветьевыми стропами и страховалась от падения автомобильным краном КС-3577. Люлька была перемещена на место, соответствующее месту касания ее с кровлей во время происшествия. Было осуществлено опускание люльки до опирания днища на кровлю. В момент касания днища люльки с кровлей произошло отсоединение вилки от кронштейна стрелы, и люлька повисла на

стропах, поддерживаемых автомобильным краном. Эксперимент подтвердил выводы, что в момент несчастного случая фиксирующая ось в кронштейне стрелы подъемника отсутствовала. При наличии фиксирующей оси расхождение люльки со стрелой невозможно без значительных повреждений элементов крепежного замка.

Причинами несчастного случая явились нарушения требований охраны труда машинистом подъемника, выразившихся:

– в невыполнении требований, изложенных в «Техническом описании», касающихся обязанностей машиниста при подготовке подъемника для работы с люлькой, где указана «необходимость проверки наличия в проушинах кронштейна фиксирующей оси, а также исправности штифта (шплинта), предотвращающего ее выпадение [2];

– в допущении превышения нагрузки в люльке почти в 2 раза (нагрузка в люльке не должна превышать 130 кг, а в ней находились 3 человека) [2];

– в перемещении люльки и касании кровли, что обусловило падение.

*Третий случай.* При выполнении ремонтных работ по наружной стене здания Дома культуры железнодорожников в г. Кричеве Могилевской области произошло падение с высоты около 4,5 м люльки автогидроподъемника ВС222-01

[3]. При падении люльки находящиеся в ней две работницы строительного управления получили травмы со смертельным исходом. Падение люльки автогидроподъемника произошло из-за разрушения сварных швов нижнего кронштейна 1 крепления гидроцилиндра 2 подъема верхнего колена 3 стрелы, выполненных при изготовлении автогидроподъемника на Пинском заводе средств малой механизации и металлоконструкций (рис. 6).

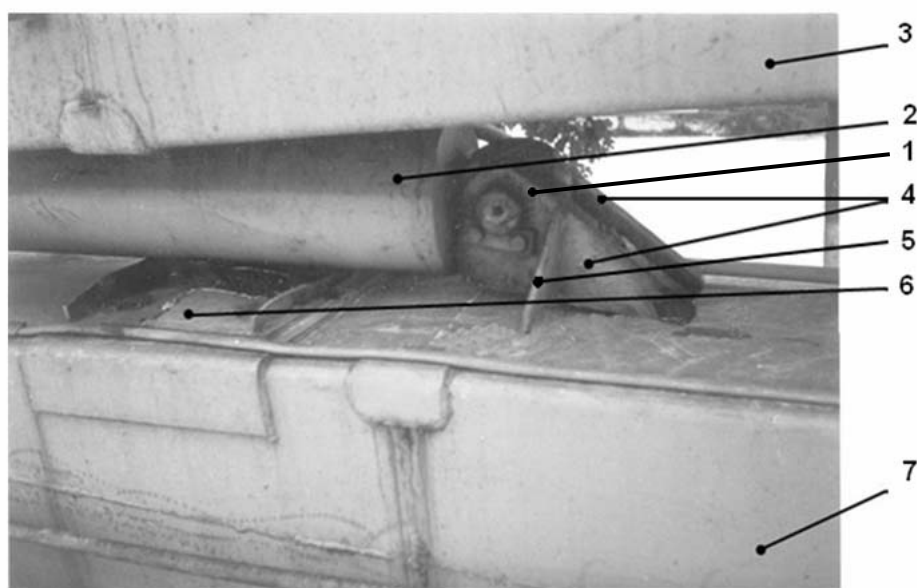


Рис. 6. Вид разрушенного кронштейна

Произошел сплошной разрыв сварочных швов щек 4 и ребер 5 кронштейна от основания 6, приваренного к нижнему колену 7 стрелы. Установлено, что на обследуемом кронштейне при изготовлении использовался разнородный материал, не предусмотренный проектом, т. к. основание 6 и ребра 5 кронштейна изготовлены из низкоуглеродистой стали Ст 2, а щеки 4 кронштейна изготовлены из стали 16ГС, что привело к значительному снижению ударной вязкости сварных соединений при эксплуатации в условиях переменных температур (по тех-

документации для кронштейна должна использоваться сталь ВСт 3сп).

Причиной несчастного случая было низкое качество сварных швов, которое характеризовалось:

- наличием непроваров сварных швов (от 20 до 76 % от проектных длин);
- несоответствием катетов сварных швов (до 20 %) проектным;
- нарушениями, допущенными при выборе материала.

Выполненный анализ несчастных случаев в строительстве показал, что

при эксплуатации грузоподъемные машины являются объектами повышенной опасности вследствие того, что они используются при выполнении работ по подъему и перемещению грузов и в зоне их работы почти всегда находятся люди. Основными причинами изложенных в статье несчастных случаев являются:

– нарушения или невыполнение требований нормативной документации по безопасной эксплуатации грузоподъемных машин (в двух случаях);

– дефекты при изготовлении автогидроподъемника ВС-222-01 (в одном случае).

Следовательно, организациям, эксплуатирующим грузоподъемные машины, необходимо больше уделять внима-

ния обучению и подбору квалифицированных кадров, обслуживающих грузоподъемные машины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подъемник с электролебедкой К1. Паспорт К1-00.00.000 ПС. Инструкция по эксплуатации К1-00.00.000 ИЭ. – Минск : Строймаш, 1995. – 84 с.

2. Подъемник монтажный специальный ОПТ-9195. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ОПТ-9195 ТО. – Кировоград : Кировоградский ремонтно-механический з-д, 1990. – 43 с.

3. Подъемник автомобильный гидравлический ВС-222-01 по ГОСТ 22059-77. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ВС-222-01.00.00.000 ТО. – Пинск : Пинский з-д СММ, 1993. – 61 с.

Белорусско-Российский университет  
Материал поступил 20.01.2009

**S. D. Haliuzhyn, V. M. Puskova, M. I. Rutskiy**  
**Safe exploitation of load-lifting machines**  
**in construction**

The paper analyses three accidents with mortal outcome happened during the work of load-lifting machines in some construction organizations of the Mogilev oblast. A roofer from Osipovichy СП ОАО «Roofing» and a skilled workman from Kostyukovichy ДПП «Utilities» were injured and soon died because they had violated the requirements of safe exploitation of load-lifting machines. Two workers from Krichev construction organization were injured and later died because of the failure of welding joints of the cantilever elevator.