
© С.Я. Левенсон, Л.И. Гендлина,
Ю.И. Еременко, Е.Г. Куликова,
2010

УДК 622-932.2

**С.Я. Левенсон, Л.И. Гендлина, Ю.И. Еременко,
Е.Г. Куликова**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПУСКА СМЕРЗШЕГОСЯ УГЛЯ ИЗ ПОЛУВАГОНОВ

Выявлена серьезная проблема доставки к месту назначения сыпучих материалов (угля, песка, руды, щебня и т.п.), добываемых на горных предприятиях, вследствие их смерзания. Проведены экспериментальные исследования нового способа разрушения смерзшегося угля в лабораторных условиях.

Ключевые слова: смерзание, виброрыхлитель, вибрационный способ, ударное разрушение.

Семинар № 19

Для доставки к месту назначения сыпучих материалов (угля, песка, руды, щебня и т.п.), добываемых на горных предприятиях, используется железнодорожный транспорт, в частности, открытые полувагоны. В зимнее время возникает серьезная проблема выпуска этих грузов вследствие их смерзания. Если летом трудоемкость разгрузки полувагона около 3-х человеко-часов, то зимой на такую же операцию затрачивается 150–200 и более человеко-часов, при этом простой вагонов возрастает в десятки и сотни раз.

Из известных способов разрушения и выпуска смерзшейся сыпучей массы наибольшее распространение получил вибрационный способ. Устройство для разрушения (виброрыхлитель) в общем случае состоит из двух узлов: направляющей (накладной) рамы и движущегося в ней рабочего (рыхлящего) органа, снабженного штырями и вибровозбудителем, как правило, электрическим инерционным. Машина краном устанавливается на полувагоне так, чтобы направляющая рама легла на его верхнюю

обвязку, а рабочий орган опирался штырями на поверхность массива груза. При включении вибровозбудителя рабочий орган под действием силы тяжести и вынуждающей силы вынуждается штырями в смерзшуюся массу, разделяя ее на куски, которые потом высыпаются через открытый люк.

У рассмотренного способа разгрузки есть существенные недостатки:

- повреждаются стенки полувагонов, т.к. погружной элемент, используемый для разрушения смерзшегося груза, имеет в основании форму клина, который при забивании создает распирающие силы (рис. 1, а), передаваемые через разрушаемый материал на них;

- устройство отличается сравнительно высокой энергоемкостью, так как внедрение разрушающих элементов в массив осуществляется в безударном режиме, только с помощью вибрации;

- электрические вибровозбудители, используемые в устройстве, имеют невысокую надежность, кроме того, при разгрузке угля возникает необходимость их взрывобезопасного ис-

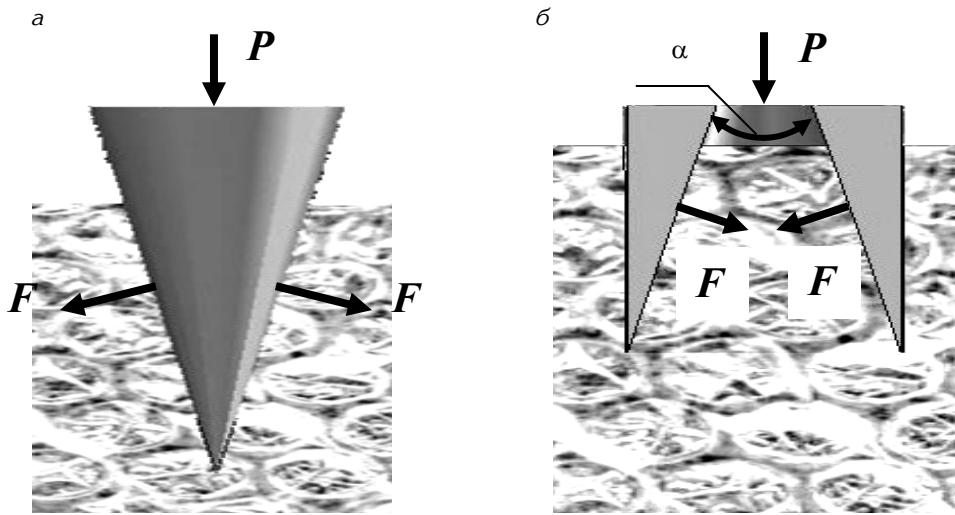


Рис. 1. Внедрение в массив смерзшегося угля погруженного элемента в виде:
а – внешнего клина; б – внутреннего конуса

полнения, что дополнительно усложняет и удорожает конструкцию.

Проблема разгрузки полувагонов со смерзшимся грузом, в частности углем, может быть решена с использованием менее энергоемкого и более эффективного ударного разрушения устройством, в котором клин создается внутренними стенками рабочего органа (рис. 1, б). При этом распирающие силы замкнуты внутри последнего, разрыхляя материал, находящийся в этой области, не воздействуя на стеки вагонов и не повреждая их.

Экспериментальные исследования нового способа разрушения смерзшегося угля были проведены в лабораторных условиях. Программа исследований предусматривала:

- подтверждение принципиальной возможности использования предлагаемого способа для разрушения смерзшегося груза и отсутствия силовых воздействий на стеки емкости, из которой выпускается материал;
- определение влияния угла внутреннего конуса или клина на пере-

мещение рабочего органа и степень разрыхления материала разной прочности.

Исследование процесса разрушения и разгрузки смерзшегося угля проводились в летний период, при этом материал моделировался смесью цемента, мелкого угля и воды. Соотношение сухих компонентов изменялось и составляло 3:1, 5:1, 7:1 соответственно, что по твердости перекрывает мерзлый грунт ($K = 2$ по Протодьяконову) и мягкий уголь ($K = 1,5$ по Протодьяконову).

Модель (рис. 2) представляла собой сотовую емкость 1 без днища, состоящую из трех секций, отличающихся между собой твердостью заполняющего их материала. Размеры каждой секции составляли $0,4 \times 0,4 \times 0,4$ м. Стени емкости были изготовлены из кровельного железа толщиной $\delta = 0,5$ мм. Рабочий орган 2 был выполнен в виде режущего ножа с углом внутреннего клина α (рис. 1, б). Направляющей для свободно па-

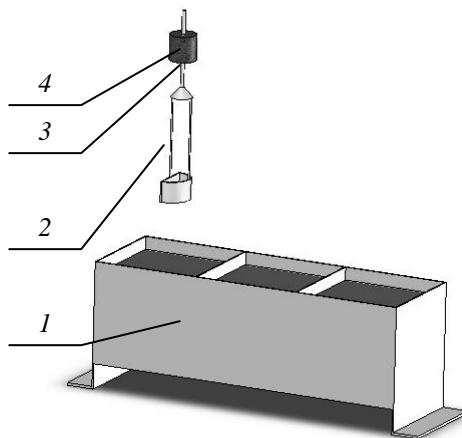


Рис. 2. Стенд для исследования разрушения мерзлого грунта: 1 – сотовая емкость; 2 – рабочий орган; 3 – стержень; 4 – груз

дающего груза 4 массой 10 кг служил стержень 3, прикрепленный к ножу на кронштейне. Энергия удара груза изменялась высотой его подъема. Использовались ножи с углом внутреннего клина, равным 10^0 , 12^0 и 18^0 . Каждый опыт повторялся 5–7 раз.

Разрушение блока с соотношением угля и цемента 7:1 зафиксировано при энергии удара 35 Дж, блока с соотношением 5:1 – при 55 Дж, а для разрушения блока с составляющими 3:1 потребовалась энергия удара 71 Дж.

Угол клина α (рисунок 1) также влияет на эффективность разрыхления смерзшегося материала. С его увеличением растут силы F внутри рабочего органа:

$$F = P \sin \frac{\alpha}{2},$$

где P – вынуждающая сила, прикладывающаяся к рабочему органу.

При этом давление, достаточное для нарушения целостности массива,

достигается при погружении рыхлителя в материал на меньшую глубину.

Было установлено, что при угле клина $\alpha = 10^0$ разрушение происходит при внедрении рабочего органа в блок на $3/4$ его высоты, а при $\alpha = 18^0$ – на $1/3$.

После прохождения рабочим органом блока в нем оставалась полость с гладкими стенками (так было во всех трех рассмотренных случаях), разрушенный внутри полости материал начинал высыпаться, в основном, на глубине $3/4$ высоты блока. Выпуск материала в нижней части блока осуществлялся в форме обратной воронки.

Был рассмотрен вариант, когда рабочий орган внедрялся в блок так, что его прямолинейный участок перемещался вдоль стенок емкости. При этом ни в одной из секций деформаций тонких стенок не наблюдалось, что подтверждает предположение об отсутствии воздействия на них распирающих сил.

На основе результатов лабораторных экспериментов, было разработано устройство, содержащее ударный привод и рабочий орган в виде трубы, во внутренней полости которой размещался разрушающий элемент, выполненный в виде внутреннего конуса.

Принцип действия устройства (рис. 3) заключается в следующем. Используя грузоподъемный механизм 1, рабочий орган 2 с ударным приводом 3 устанавливается торцом на поверхность смерзшегося груза. При открытом люке полуавтона 4 включают привод 3, который создает ударные импульсы, направленные в сторону рабочего органа 2 и, соответственно, в сторону груза. При ударном воздействии рабочий орган

внедряется в

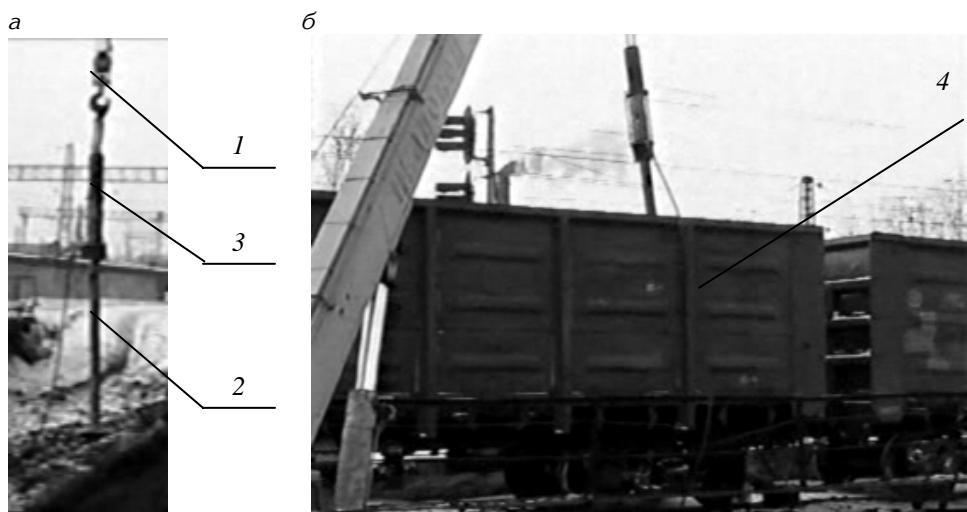


Рис. 3. Устройство для разгрузки смерзшегося груза: а – общий вид; б – установка устройства в полувагоне; 1 – грузоподъемный механизм; 2 – рабочий орган; 3 – ударный привод; 4 – полувагон

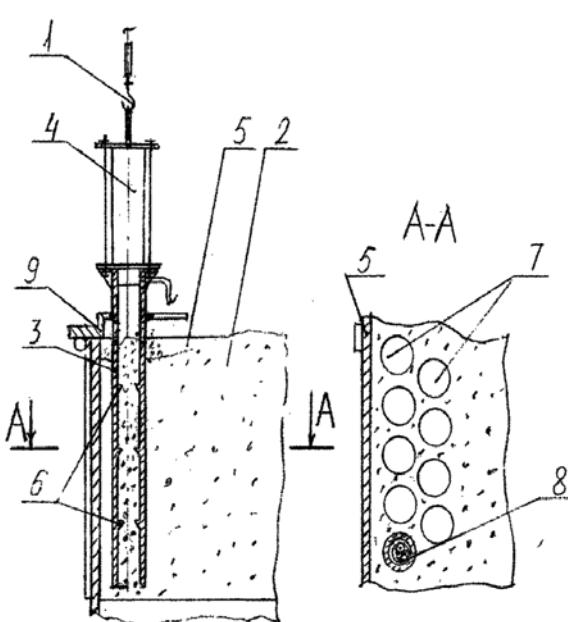


Рис. 4. Устройство для разрушения смерзшегося груза в полувагоне: 1 – грузоподъемный механизм; 2 – груз; 3 – рабочий орган; 4 – ударный привод; 5 – полувагон; 6 – разрушающие груз элементы; 7 – цилиндрические полости; 8 – отделяемый элемент

груз и отделяет от последнего цилиндрический элемент 8 (рис. 4), который разрушается внутри рабочего органа внутренними элементами 6. Дойдя до нижней поверхности массива, рабочий орган освобождается от кусков груза под действием сил гравитации. Затем устройство извлекают и переставляют на новое место, при этом в массиве на всю его толщину образуется цилиндрическая полость 7. Так осуществляют рыхление и разгрузку груза вдоль и поперек горизонтальной поверхности полувагона.

В качестве ударного привода рабочего органа можно использовать пневматический ударный узел одностороннего действия.

Устройство прошло успешные испытания в производственных условиях на участке разгрузки угля одной из дистанций пути Западно-Сибирской

железной дороги. Был выпущен смерзшийся уголь из четырех полуwagonов, и подтверждена работоспособность конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бауман В.А. Вибрационные машины и процессы с строительством [Текст] / В.А. Бауман, И.И. Быховский – М. – 1977 – 255 с.

2. Патент РФ на изобретение 2203844. МПК⁸ В 65 G 67/24. Способ и устройство для рыхления и разгрузки смерзшихся или

слежавшихся грузов, преимущественно из полуwagonов / А.Я. Тишков, Х.Б. Ткач, Л.И. Гендлина, С.Я. Левенсон, Ю.И. Еременко, Б.Н. Смоляницкий, А.М. Фрейдин. – № 2001108046/28; заявл. 26.03.2001; опубл. 10.05.2003, Бюл. № 13 – 12 с.: ил. ГИАБ

Коротко об авторах

Левенсон С.Я. – кандидат технических наук, заведующий лабораторией
Гендлина Л.И. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Еременко Ю.И. – старший научный сотрудник
Куликова Е.Г. – кандидат технических наук, научный сотрудник

Новосибирск, Институт горного дела СО РАН, лаборатория вибroteхники,
uge@ngs.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ»			
СТЕНИН Николай Юрьевич	Разработка флотационной технологии и пневматического аппарата для очистки оборотных и сточных вод	25.00.13	к.т.н.
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ			
БА САЛЕХ САИД САЛЕМ САИД	Ресурсосберегающая технология бурения разведочных скважин в аридной области бассейна Масила (Йемен)	25.00.14	к.т.н.