

УДК 621.86

С. Л. Эманов

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА УПЛОТНЕНИЯ ГРУЗОЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПАКЕТА КИРПИЧА

Рассмотрено силовое взаимодействие уплотняющих рамок с пакетом силикатного кирпича. Выполнен расчёт механизма, уплотняющего пакет. Проведены экспериментальные исследования работы уплотняющего механизма, сравнение экспериментальных и расчётных данных.

Ключевые слова: грузозахватное устройство, пакет кирпича, механизм уплотнения, прижимные рамки.

На заводах силикатного кирпича для снятия пирамиды кирпича с запарочной вагонетки и погрузки в кузов автомобиля, как правило, применяют клещевые захваты двустороннего или четырехстороннего действия [2; 8]. Принцип действия захвата основан на сжатии одного нижнего слоя пирамиды кирпича при подъёме. При этом сила, сжимающая нижний слой кирпича, может достигать 340 кН [3]. Поэтому на этот ряд приходится наибольшая доля повреждённого кирпича. Повреждение кирпич получает и при разрушении пакета во время движения [3; 6].

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено: причиной разрушения пакетов силикатного кирпича, перевозимых автотранспортом, являются зазоры между кирпичами, которые приводят к уменьшению натяжения гибкой обвязки [9] и препятствуют распространению в середину пакета сжимающих сил передаваемых от гибкой обвязки [5].

Устранить зазоры и повысить сохранность пакетов можно путём сжатия их во время погрузки предлагаемым грузозахватным устройством. Конструкция грузозахватного устройства с уплотнением горизонтальных рядов пакета кирпича рамками приведена на рис. 1.

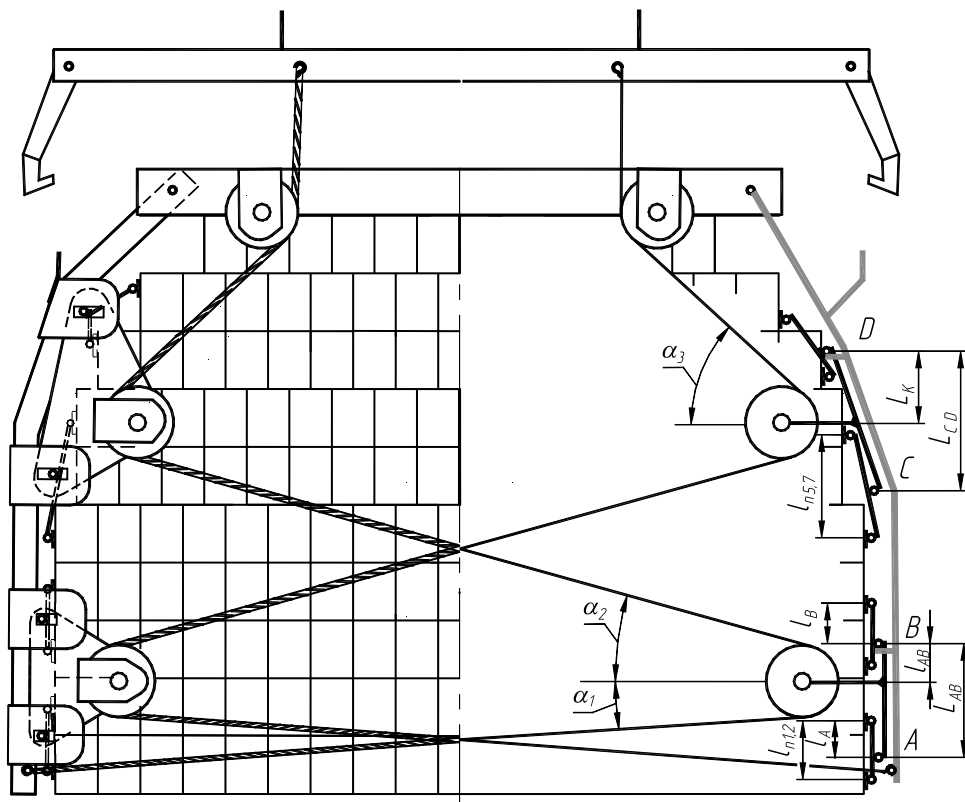


Рис. 1. Конструкция и схема механизма уплотнения грузозахватного устройства пакета силикатного кирпича

Грузозахватное устройство поднимают за петли траверсы, при этом крюки траверсы находятся в зацеплении с петлями прижимных рычагов. В результате прижимные рычаги вместе с прижимными рамками разведятся в стороны. Расхождение прижимных рычагов ограничено длиной тросов.

Затем грузозахватное устройство опускают и укладывают на пирамиду кирпича. Траверса перемещается вниз, опирается на раму, и крюки выходят из зацепления с петлями прижимных рычагов. Одновременно с этим прижимные рычаги опускаются, и прижимные рамки своими прижимами прикладываются к боковой поверхности пирамиды кирпича.

При подъёме траверсы тросы натягиваются, посредством шкивов смещают верхние и нижние прижимные рамки к центру пирамиды кирпича и сжимают те ряды кирпича, в которые упираются прижимы. Пирамиду кирпича поднимают и устанавливают, например, в кузов автомобиля. При подъёме пирамиды кирпича сжимается восемь горизонтальных рядов, а не один или два, как в существующих грузозахватных устройствах [1; 2].

Механизм уплотнения включает верхнюю и нижнюю прижимные рамки, которые стягиваются тросом и сжимают горизонтальные ряды пирамиды кирпича. Считая силы на тросах и размеры прижимных рамок, расположенных с обеих сторон пирамиды кирпича, одинаковыми, рассмотрим решение задачи как плоской. Схемы прижимных рамок приведены на рис. 1.

Расположение прижимных рычагов и расстояние между прижимами  $l_{ni,j}$  определяют в зависимости от геометрии пирамиды кирпича и уплотняемых рядов. Положения шарниров  $A$  и  $B$  на прижимных рычагах ( $l_B$  и  $l_A$ ) и размер плеча прижимной рамки ( $l_{AB}$ ) зависят от величины сил, необходимых для сжатия уплотняемых рядов кирпича, и угла  $\alpha_1$ . Углы наклона торса  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  зависят от места крепления троса и положения шкивов. Они могут изменяться в определенных пределах.

Рассмотрим взаимодействие прижимной рамки, содержащей прижимные рычаги и прижимы, с пирамидой кирпича (рис. 2).

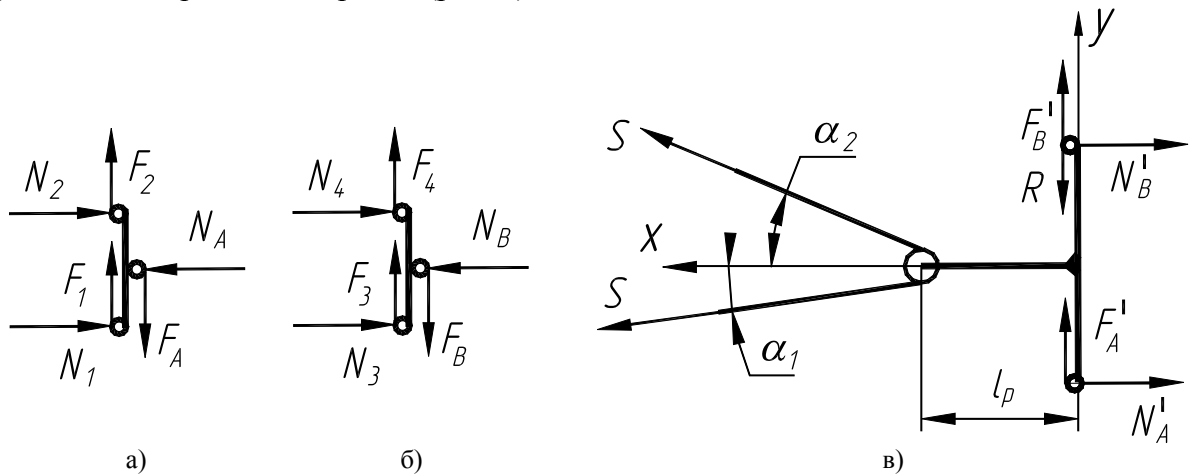


Рис. 2. Расчетные схемы элементов нижней прижимной рамки

На прижимные рычаги со стороны пакета кирпича действуют нормальные горизонтальные силы  $N_1 - N_4$ , возникающие при сжатии горизонтальных рядов пирамиды кирпича. При перемещении стержней по граням кирпичей будут возникать силы трения  $F_1 - F_4$ . Минимально необходимую величину нормальных сил  $N_1 - N_4$  определим из условий или полного уплотнения сжимаемых горизонтальных рядов пирамиды кирпича [5; 7], или сохранности горизонтального ряда во время подъёма [3; 4].

Составим уравнения равновесия сил для прижимных рычагов (рис.2 а, б) и из этих уравнений найдём  $l_B$ ,  $l_A$ ,  $N_B$ ,  $F_B$ ,  $N_A$ ,  $F_A$ . Зная  $l_B$  и  $l_A$ , определим положение шарниров  $A$  и  $B$  ( $L_{AB}$ ).

Рассмотрим прижимную рамку в момент полного сжатия горизонтальных рядов. Величина угла  $\alpha_1$  зависит от места крепления конца троса на прижимном рычаге и положения шкива прижимной рамки. Угол  $\alpha_2$  определим в зависимости от положения шкивов нижней и верхней прижимных рамок, расположенных на противоположных сторонах пирамиды кирпича.

Из уравнений равновесия прижимной рамки (рис. 2 в) определим реакцию опоры  $R$ , силу натяжения троса  $S$  и длину рычага  $l_{AB}$ .

Рассмотрим верхнюю прижимную рамку, которая сжимает 5, 7, 8 и 9-й горизонтальные ряды пирамиды кирпича (рис. 1). Расчетные схемы элементов прижимной рамки приведены на рис. 3.

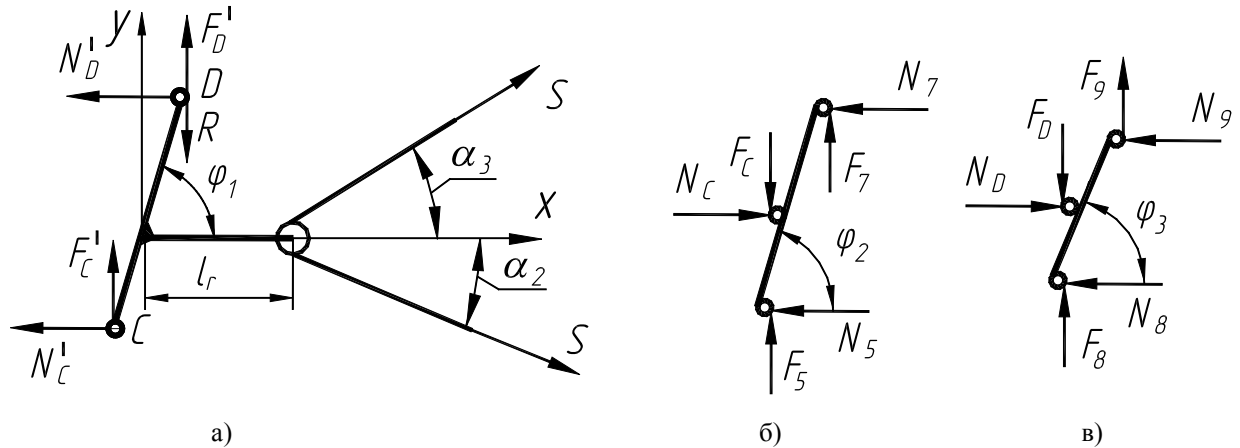


Рис. 3. Расчетные схемы элементов верхней прижимной рамки

Расстояние между прижимами (длину прижимного рычага), углы  $\varphi_2$  и  $\varphi_3$  определим в зависимости от геометрии пирамиды кирпича и уплотняемых рядов. Для определения  $N_{Cmin}$  и  $N_{Dmin}$ , положения шарниров  $C$  и  $D$  на прижимных рычагах ( $l_C$  и  $l_D$ ) и размера прижимной рамки  $L_{CD}$  составим уравнения равновесия прижимных рычагов (рис. 3 б, в) и подставим в них величины нормальных сил, необходимых для сохранности горизонтального ряда во время подъема. Силы трения найдём по формуле

$$F_i = f N_i, \quad i=5 \dots 9,$$

где  $f$  - коэффициент трения стали о кирпич;  $i$  – номер ряда.

Рассмотрим верхнюю прижимную рамку и составим уравнения равновесия. Геометрические параметры прижимной рамки ( $L_{CD}$ ,  $l_r$ ,  $l_k$ ,  $\varphi_1$ ) определены. Будем считать, что  $N_{Cmin} / N_{Dmin} = N_C / N_D$ . Зная угол  $\alpha_2$ , силу  $S$  и выразив силу  $N_D$  через  $N_C$ , из уравнений равновесия определим реакцию опоры  $R$ , угол  $\alpha_3$  и силу  $N_C$ . Угол  $\alpha_3$  позволит определить положение шкива, закреплённого на раме грузозахватного устройства (рис.1).

В качестве примера были выполнены расчеты для пирамиды силикатного кирпича, изображенной на рис. 1. Определяем нормальные горизонтальные силы, необходимые для удаления технологических зазоров в горизонтальных рядах. Максимальное расчётное значение силы  $N_{max}$  получается при условии, что ряды сжимаются независимо друг от друга, минимальное значение  $N_{min}$  - при условии, что кирпичи в сжимаемых рядах (с 1 по 4 и с 5 по 9) движутся к середине пакета блоком и между ними нет взаимного перемещения [5; 6]. При выполнении экспериментов [5] были получены следующие результаты:

№ ряда	1	2	3	4	5	7	8	9
$N_{min}$ , Н	2670	2380	2090	1800	1510	942	668	410
$N_{max}$ , Н	5024	4448	3872	3296	2720	1610	1078	592
$N_{э. ср}$ , Н	3976	3066	2674	2248	1898	1153	768	421

Определяем нормальные горизонтальные силы, необходимые для сжатия и подъёма горизонтальных рядов, при которых не происходит их разрушения. Расчётные значения  $N_{сж}$  (таблица) определены по формулам, приведенным в работах М.И. Никитиной и Н.Г. Павлюка [3; 4]. В своей работе Н.Г. Павлюк отмечает, что «расчёт даёт завышенное значение этой силы. Опыт показывает, что пакет не разрушается и при меньших значениях этой силы» [4, с. 48].

Для экспериментального определения необходимой силы сжатия  $N_{э.сж}$  было разработано и изготовлено экспериментальное устройство (рис. 4).

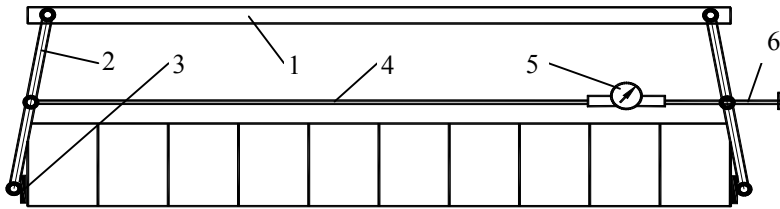


Рис. 4. Экспериментальное устройство

Устройство содержит верхнюю балку 1, прижимные рычаги 2 с прижимами 3, тягу 4, динамометр 5 и натяжной винт 6.

Эксперименты были проведены в следующем порядке:

1. На основание укладывали ряд кирпича (10-19 шт.).
2. На сформированный ряд кирпича устанавливали устройство и натяжным винтом 6 сжимали кирпичи до расчётного значения  $N_{сж}$ .
3. Поднимали устройство за верхнюю балку 1, затем уменьшали силу сжатия до разрушения ряда кирпича ( $N_{разр}$ ). Одновременно измеряли величину силы сжатия (динамометром) и величину прогиба горизонтального ряда кирпича.

В качестве примера в таблице приведены данные, полученные в результате одного из проведенных экспериментов для разного количества сжимаемых кирпичей.

Таблица

Нормальные горизонтальные силы, Н

№ ряда	Кол-во кирпичей	$N_{сж}$	$N_{разр}$	$(N_{сж} + N_{разр})/2$
1 - 5	19	3980	1910	2896
7	18	3567	1812	2689
8	17	3185	1611	2398
9	15	2479	1249	1864
10	12	1578	778	1178
-	10	1102	532	817

Для расчёта принимаем максимальное из средних значений, приведенных выше:

№ ряда	1	2	3	4	5	7	8	9
$N_i$ , Н	3976	3066	2896	2896	2896	2689	2398	1864

Определяем параметры прижимных рычагов, зависящие от геометрии пирамиды кирпича и уплотняемых рядов:

$l_{n1,2}$ , мм	$l_{n3,4}$ , мм	$l_{n5,7}$ , мм	$l_{n8,9}$ , мм	$\varphi_2$ , °	$\varphi_3$ , °
120	120	245	150	78,22	53,12

Выполняем расчёт и получаем следующие параметры уплотняющих рамок, углы наклона и силу натяжения тросов:

$L_{AB}$ , мм	$l_{AB}$ , мм	$L_{CD}$ , мм	$l_K$ , мм	$\varphi_1$ , °	$\alpha_1$ , °	$\alpha_2$ , °	$\alpha_3$ , °	$S$ , кН
248	107	297	122	68,77	2,44	19,48	35,58	6,609

Нормальные горизонтальные силы, необходимые для уплотнения и сжатия горизонтальных рядов пирамиды кирпича, будут иметь следующие значения (кН):

$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_7$	$N_8$	$N_9$
3,976	3,066	2,896	2,896	3,412	3,169	2,826	2,197

Проведенные теоретические исследования позволили определить, как изменяются сила натяжения троса  $S$  и величина плеча  $l_{AB}$  нижней прижимной рамки в зависимости от угла наклона троса  $\alpha_1$  (рис. 5). Уменьшение угла  $\alpha_1$  наклона троса приводит к уменьшению силы его натяжения  $S$  и величины плеча  $l_{AB}$  нижней прижимной рамки.

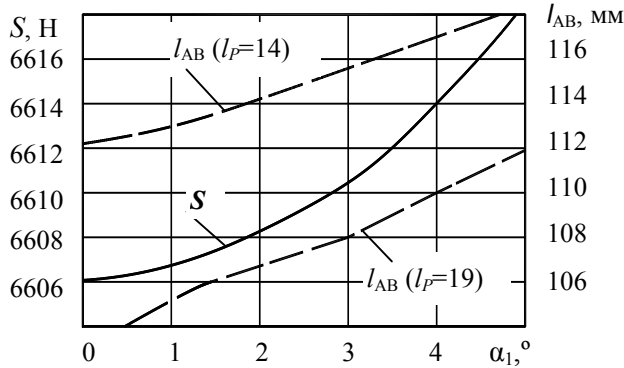


Рис. 5. Зависимость силы натяжения троса  $S$  и величины плеча  $l_{AB}$  прижимной рамки от угла наклона троса  $\alpha_1$  и длины рычага  $l_p$

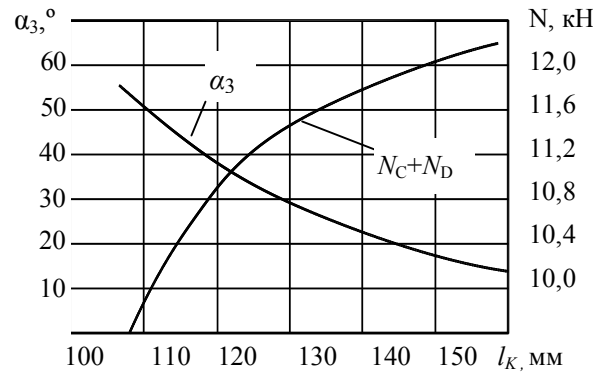


Рис. 6. Зависимость нормальных сил  $N_C, N_D$  и угла наклона троса  $\alpha_3$  от величины плеча  $l_K$  прижимной рамки

Приведенные на рис. 6 зависимости  $N$  и  $\alpha_3$  от величины  $l_K$  дают возможность определить, при какой величине плеча  $l_K$  верхней прижимной рамки будет обеспечена необходимая сила сжатия горизонтальных рядов, а также установить место расположения шкива на раме грузозахватного устройства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белорусов, Г. С. Грузозахватные устройства с гравитационным замыканием / Г. С. Белорусов, А. Ф. Андреев, Н. Г. Павлюк, В. А. Капуа // Промышленный транспорт. – 1982. – №8.
2. Вахнин, М. П. Производство силикатного кирпича / М. П. Вахнин, А. А. Анищенко. – М.: Высш. школа, 1977. – 160 с.
3. Никитина, М. И. Исследование сохранности силикатного кирпича при пакетной доставке автотранспортом: дис. ... канд. техн. наук / М. И. Никитина. – Воронеж, 1978. – 195 с.
4. Павлюк, Н.Г. Исследование транспортабельности и выбор рациональных параметров пакетов и приспособлений для доставки стеновых камней: дис. ... канд. техн. наук / Н. Г. Павлюк. – Одесса, 1978. – 154 с.
5. Реутов, А.А. Грузозахватные устройства и средства пакетирования силикатного кирпича: монография / А.А. Реутов, С.Л. Эманов. - Брянск: БГТУ, 2010. – 147 с.
6. Реутов, А.А. Влияние образования блока на сохранность транспортного пакета силикатного кирпича / А. А. Реутов, С. Л. Эманов // Изв. ОрелГТУ. Строительство. Транспорт. - 2007. -№1. - С. 70-73.
7. Реутов, А. А. Расчёт параметров грузозахватного устройства с механизмом уплотнения пакетов силикатного кирпича / А. А. Реутов, С. Л. Эманов // Вестн. Брян. гос. техн. ун-та.- 2008. – №1.- С 39-43.
8. Рязов, М.П. Система контейнерной и пакетной доставки грузов в строительстве / М. П. Рязов.– М.: Стройиздат, 1985.– 200 с.
9. Эманов, С.Л. Взаимодействие эластичной обвязки с пирамидой кирпича / С. Л. Эманов // Вестн. Брян. гос. техн. ун-та.- 2009. – №3.- С 74-77.

Материал поступил в редколлегию 13.01.14.