

© **Иванов В.Н., Исьемини И.И.**

О ГАРМОНИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ В ТУПИКОВЫХ УЧАСТКАХ ПУТИ

1. Актуальность

Аварийность грузоподъемных кранов в тупиковых участках пути остается весьма высокой из-за ненадежной работы защитной системы. При этом имеют место сход крана с рельсов, разрушение подкрановых сооружений и т.п. Концевой выключатель в сочетании с отключающей линейкой должны обеспечить управляемый наезд крана на тупиковый упор с минимальной скоростью движения крана [1]. А тупиковый упор при наезде на него крана должен исключить сход крана с рельсов даже в случае отказа какого-либо элемента защитной системы. Поэтому важно определить правильную установку отключающих линеек, их длину, нагрузку, которую должен воспринимать тупиковый упор, и тормозной путь крана, необходимый для его безопасной остановки.

2. Анализ исследований

Длина линейки, L_L (рис.1), например, для мостового крана, определяется выражением [2]:

$$L_L \geq 0,5S_T + l, \quad (1)$$

где l – длина, обусловленная габаритом буфера;

S_T – тормозной путь крана.

Тормозной путь, S_T в разные годы определялся по различным методикам, потому расчетная длина линеек, принятая согласно этим методикам для одного и того же крана, может существенно отличаться.

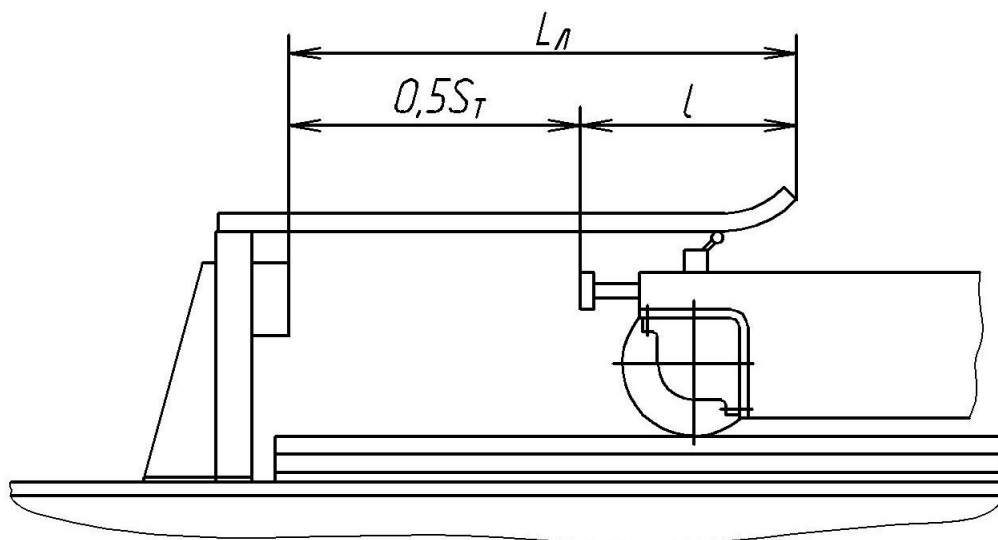


Рис. 1 – Элементы защитной системы крана

Как отмечается в [2], в ранее действовавшей методике Котлонадзора тормозной путь (м) определялся по формуле:

$$S_T = \frac{V^2}{500}, \quad (2)$$

где V – скорость передвижения крана перед срабатыванием тормоза в м/мин.

По методике ВНИИПТмаш тормозной путь должен определяться по формуле:

$$S_T = \frac{V^2}{5500}. \quad (3)$$

Сравнивая эти две формулы (2) и (3), становится очевидным, что расчетные тормозные пути, вычисленные по ним, отличаются друг от друга на порядок.

Следует отметить, что применение методики ВНИИПТмаш приводит из-за слишком короткой линейки к наезду крана на упор с большой скоростью, сильным ударам и другим негативным моментам. Кроме того, как отмечается в [3], на практике идут на нарушение [1] и либо ослабляют затяжку тормозов, либо отключают их совсем, переходя на торможение электротоком. Поэтому проф. С.А. Казак предложил свою формулу для определения тормозного пути

$$S_T = \frac{V^2}{720}. \quad (4)$$

3. Постановка задачи

Определить рациональную длину отводной линейки, положение отводной линейки и величину тормозного пути, необходимых для безопасной работы грузоподъемных кранов.

4. Основной материал

Рассмотрим различные варианты установки отключающих линеек и требования нормативных документов к соответствующим параметрам.

Согласно [4] «ограничители механизмов передвижения должны обеспечивать отключение двигателей механизмов на следующем расстоянии до упора: для башенных, порталных, козловых и мостовых перегружателей – не менее полного пути торможения; для остальных кранов – не менее половины пути торможения».

На рис. 2 показана схема установки отключающей линейки согласно [4]. На рис. 2 а) показан момент времени, когда при отклонении рычага ограничителя передвижения после контакта с пандусом ограничителя (кран

при этом движется со скоростью, равной номинальной) происходит отключение двигателей, и до тупикового упора остается расстояние равное полному или половине (в зависимости от типа крана) пути торможения. Но торможения еще не происходит, кран продолжает двигаться по инерции со скоростью, равной номинальной. Лишь спустя некоторое время (время, за которое выбирается свободный ход тормозов) происходит наложение тормозов, и кран начинает замедляться (рис. 2 б)). Но скорость при этом остается почти неизменной, т.е. близкой к номинальной, а расстояние до упора уменьшается.

Время, которое проходит между отключением двигателей и наложением тормозов, составляет не менее 0,3 с, а иногда оно может доходить и до 1 с, в зависимости от модели тормоза [5]. При больших скоростях кран за это время может пройти около метра, и фактически до тупикового упора остается расстояние, которое будет значительно меньше регламентированного [4], что является небезопасным.

Требования Правил, действовавших в СССР, [6] по установке ограничителей передвижения практически не отличаются от российских Правил [4].

Следовательно, установка отключающих устройств согласно [6] и [4] не учитывает время срабатывания тормоза и не обеспечивает регламентированной скорости наезда крана на тупиковый упор.

Согласно Правил, действовавших в Украине с 1993 г., а также ныне действующих Правил [1] «ограничитель передвижения крана, тележки или тали устанавливается таким образом, чтобы наложение тормозов происходило на расстоянии до упора, которое равняется не менее половины пути торможения механизма, а в механизмах передвижения башенных, порталных и козловых кранов и перегружателей – не менее полного пути торможения».

На рис. 3 показана схема установки отключающей линейки согласно [1]. Из рис. 3 видно, что при наезде рычага ограничителя передвижения на

пандус (кран при этом движется со скоростью, равной номинальной) происходит наложение тормозов, и до тупикового упора есть расстояние равное полному или половинному (в зависимости от типа крана) тормозному пути.

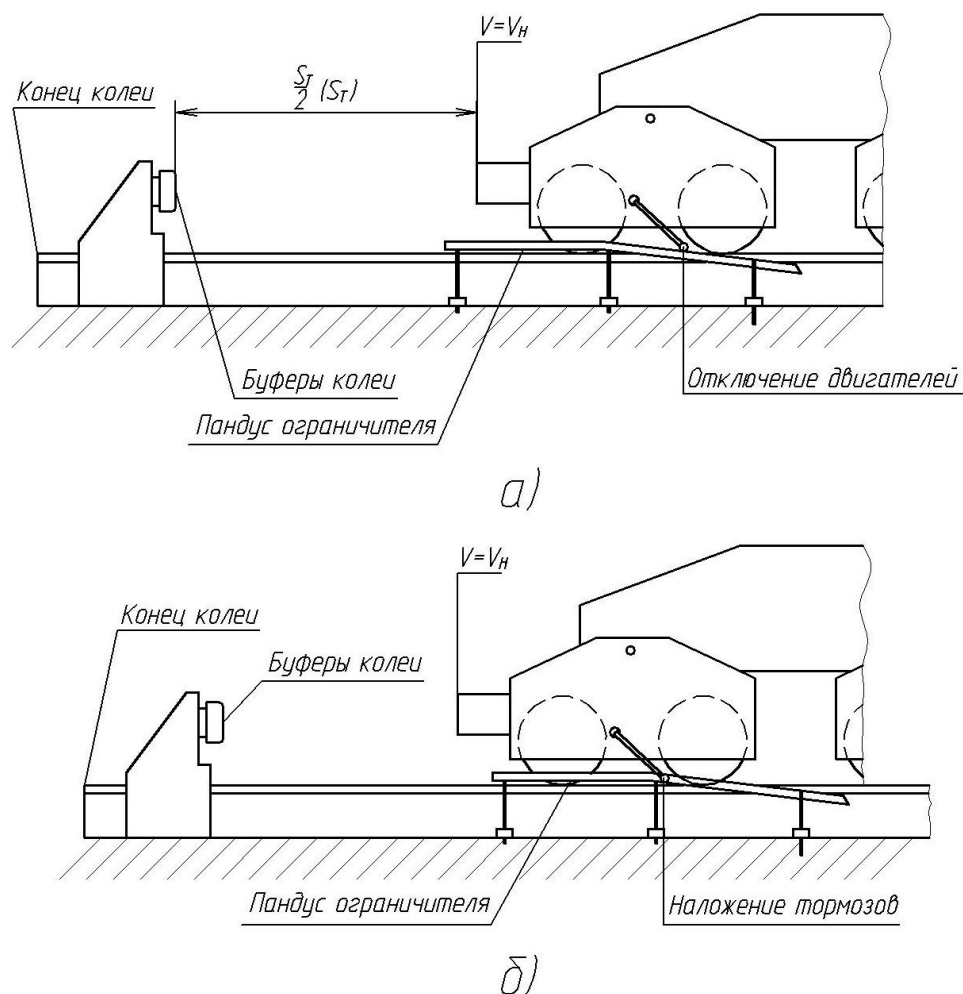


Рис. 2 – Схема установки отключающей линейки согласно [5]

- а) положение колес крана во время отключения двигателей;
- б) положение колес крана во время наложения тормозов.

В этой связи интересно обратиться к опыту Европы. Например, фирма Comansa (Испания) [7] предъявляет следующие требования к защитной системе своих грузоподъемных кранов: подкрановый путь должен быть

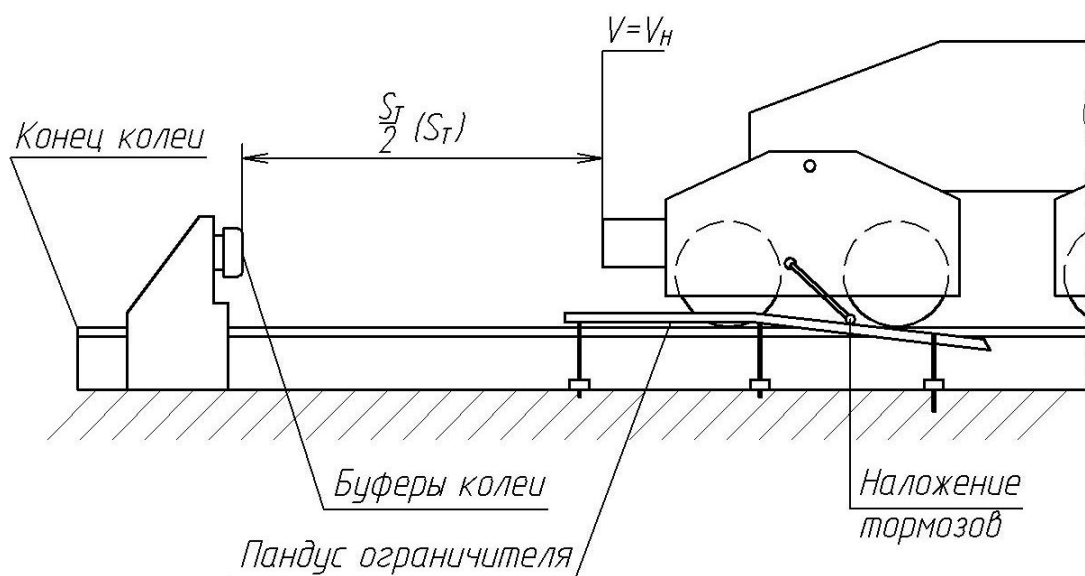


Рис. 3 – Схема установки отключающей линейки согласно [1]

оборудован пандусом ограничителя передвижения крана и тупиковыми упорами. Причем тупиковый упор устанавливается как минимум в 1 м от конца рельса, а пандус ограничителя должен устанавливаться так, чтобы кран останавливался на минимальном расстоянии 0,5 м до тупикового упора.

На рис. 4 показана схема защитной системы грузоподъемного крана Comansa.

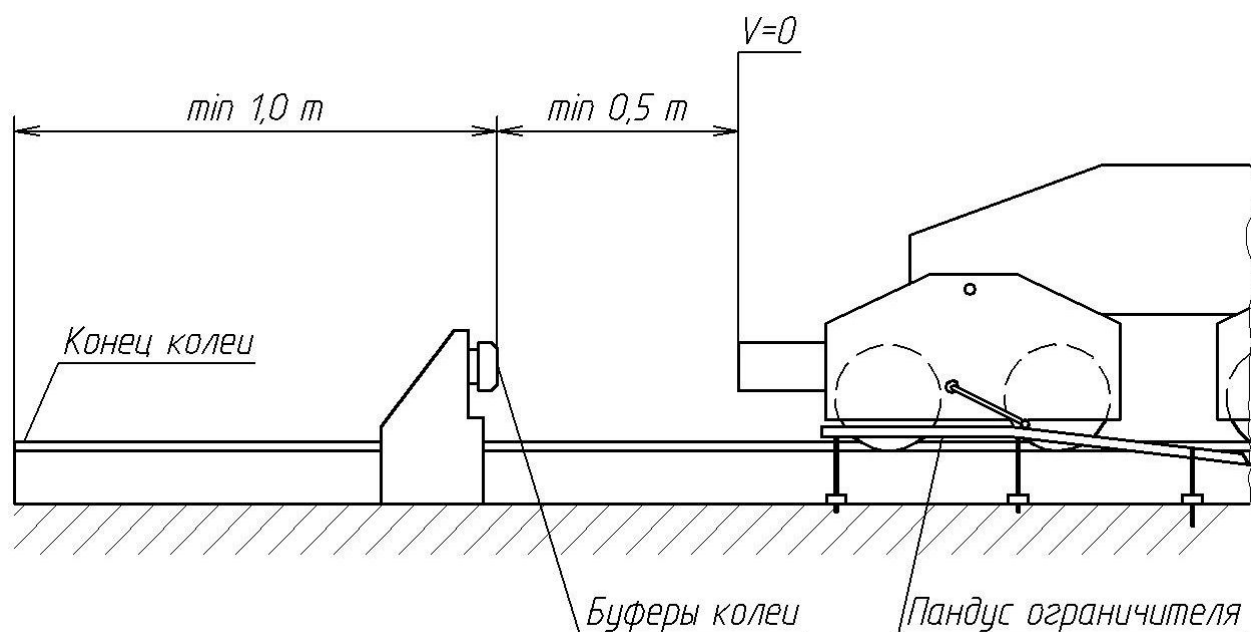


Рис. 4 – Схема защитной системы грузоподъемного крана Comansa

Как видно из рис. 4 соударение грузоподъемного крана с тупиковым упором вообще не происходит, что говорит о высокой безопасности, но в то же время данная система защиты грузоподъемных кранов имеет существенный недостаток – значительно увеличивается длина подкранового пути.

Европейские нормы [8] предъявляют следующие требования:

1. Передвижные грузоподъемные краны или грузовые тележки, должны быть снабжены противоугонными башмаками, резиновыми, пружинными или гидравлическими буферами или буферами других специальных конструкций, которые могут воспринимать половину энергии движущихся масс при номинальной скорости передвижения, причем максимальное замедление металлоконструкции крана не должно превышать 5 м/с^2 . При частых наездах на тупиковые упоры замедление не должно превышать $2,5 \text{ м/с}^2$.

2. При радиоуправлении подтележечные и подкрановые пути должны оборудоваться концевыми выключателями, если скорость передвижения составляет более 40 м/мин.

Если сравнивать требования [8] с положениями, имеющимися в отечественной литературе, то, например, в отечественной литературе указано, что замедление кранов не должно превышать 4 м/с^2 .

При сравнении требований, предъявляемых Comansa, и требований [8] можно сделать вывод, что требования фирм производителей в какой-либо отдельной стране часто бывают жестче требований национальных и интернациональных стандартов. Требования к безопасности, предъявляемые [8], обеспечивают безопасную работу грузоподъемных кранов в тупиковых участках пути.

При наезде грузоподъемного крана на тупиковый упор необходимо учитывать нагрузку от удара крана об упор, которая определяется следующим образом [5]:

$$P = \frac{mV^2}{f}, \quad (5)$$

где m – приведенная масса крана;

V – скорость передвижения крана в момент удара, равная половине номинальной, м/с;

f – возможная наибольшая осадка буфера, принимая равной 0,1 для кранов с гибким подвесом груза, грузоподъемностью не более 50 тонн.

Поскольку в формуле (5) скорость возведена в квадрат, очевидно, что в случае неправильной установки отводной линейки и несвоевременного наложения тормоза это приведет к значительному увеличению ударной нагрузки, воспринимаемой тупиковым упором.

5. Выводы.

Таким образом, европейские правила эксплуатации грузоподъемных кранов предъявляют более жесткие требования к безопасной работе кранов. С перспективой входа в ЕС необходимо гармонизировать украинские Правила с европейскими требованиями.

Список использованных источников

1. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів : НПАОП 0.00-1.01-07 / Держ. департамент з нагляду за охороною праці України. – Х. : Форт, 2007. – 256 с.
2. Защитная система мостовых кранов и крановых тележек в концевых участках пути : отчет по НИР (заключ.) / Укр. заоч. политехн. ин-т ; рук. И. Ф. Лукин ; исполн. : В. Н. Иванов. – К. 1987. – 46 с. – № ГР 01870004381.
3. Казак С. А. Величина пути торможения механизма передвижения крана / С. А. Казак // Безопасность труда в машиностроении. – 1971. – № 5. – С. 50–51.

4. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов [электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://arhiv.inpravo.ru/texts0/document0800/index.htm>
5. Дейнега В. И. Защита мостовых кранов от ударов при наездах на тупиковые упоры : дис. ... канд. техн. наук / В. И. Дейнега. – Новочеркасск, 1988. – 137 с.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – М. : Металлургия, 1981. – 168 с.
7. Иванов В. Н. Устройство, монтаж и демонтаж современных башенных кранов: монография / В. Н. Иванов. – Х. : Форт, 2008. – 278 с.
8. Berechnungsgrundlagen fuer Krane. Heft 7. Sicherheitsregeln. E. M. 1.001 3. Ausgabe 1987.10.01.

Иванов В.Н., Исьемини И.И. «О гармонизации параметров защитной системы грузоподъемных кранов в тупиковых участках пути».

В статье рассматриваются и анализируются требования к установке отключающих линеек и тупиковых упоров, предъявляемые различными нормативными документами. Сделаны выводы относительно того, какими должны быть требования для обеспечения наиболее безопасной работы защитных систем грузоподъемных кранов.

Іванов В.М., Ісьєміні І.І. «Про гармонізацію параметрів захисної системи вантажопідйомних кранів у кінцевих ділянках шляху».

В статті розглядаються та аналізуються вимоги до установки вимикальних лінійок та тупикових упорів, які пред'являються різними нормативними документами. Зроблені висновки відносно того, якими повинні бути вимоги для забезпечення найбільш безпечної роботи захисних систем вантажопідйомних кранів.

Ivanov V.N., Isyemini I.I. “About harmonization of the protective system’s parameters of the hoist cranes at the ends of the rails”.

In the article the installation requirements of the end position controls and end buffers, which are preferred by different normative documents, are examined and analyzed. The conclusions concerning what should be requirements for maintenance of the safest operation of protective systems of hoisting cranes are drawn.