

УДК 622.35.002.2

М.Ю. Гуров**УЧЁТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ДЕРРИК-КРАНА**

Приведены расчеты параметров анкерного крепления деррик-крана на борту карьера, особенно в сложных горно-геологических условиях и обеспечивающие работу крана с учетом полной ветровой нагрузки на кран.

Ключевые слова: деррик-кран, борт карьера, ветровая нагрузка, опрокидывание, поднимаемый груз.

Одним из важнейших путей повышения эффективности добычи блоков природного облицовочного камня и открытых горных работ в целом – является снижение себестоимости и энергоемкости добываемой горной массы, в частности совмещением операций выемки-погрузки и транспортирования добытых блоков. Для данных операций в странах Евросоюза нашли широкое применение деррик-краны. При всех их достоинствах, существенным недостатком (как и всего стационарного оборудования) является сложность установки на борту карьера, особенно в сложных горно-геологических условиях отработки.

Рассмотренный в работах [1, 2] способ крепления основания деррик-крана на борту карьера, в отличие от традиционного, не вызывает пригрузку борта карьера и повышает его устойчивость. Определенные в работе [3, 4] параметры анкерного крепления учитывают нагрузки от работы и веса самой конструкции, однако «все-российская каменная кладовая» (Средний Урал и Сибирь) также характеризуются значительной ветровой нагрузкой.

Различают максимальную ветровую нагрузку в рабочем и нерабочем со-

стоянии крана $P_{вII}$ и $P_{вIII}$ (II и III расчетные случаи нагружения), а также среднюю нагрузку ветра рабочего состояния $P_{вI}$ (ГОСТ 1451-77) для определения мощности электродвигателей механизмов, принимаемую равной $P_{вI}=0,6 \cdot P_{вII}$, [5].

Ветровая нагрузка на кран должна быть определена как сумма статической и динамической составляющих. Статическая составляющая, соответствующая установившейся скорости ветра, должна быть учтена во всех случаях; динамическая составляющая, вызываемая пульсацией скорости ветра, - только при расчете на прочность металлических конструкций, противогонных устройств и при проверке кранов на устойчивость против опрокидывания.

Статическую составляющую ветровой нагрузки P_v на кран или часть, так же на груз, следует определять по формуле

$$P_v = \Sigma(p_v \cdot F_H), \quad (1)$$

где p_v - распределенное давление ветра в данной зоне высоты; F_H - расчетная наветренная площадь (нетто) конструкции и груза, согласно ГОСТ 1451-77.

Величину F_H приближенно можно принимать

**Площади отдельных конструкций деррик крана DKS-50,
при $\varphi = 0,2$**

Конструктивный элемент	$F_6, \text{м}^2$	$F_H, \text{м}^2$
Мачта	51,46	10,3
Стрела	82,67	16,53
Боковой подкос	72,54	14,51

Примечание: максимальная площадь поднимаемого груза, принимается исходя из ГОСТ 9479-98, согласно которого блоки природного камня I группы имеют объем 5-8 м³.

$$F_H = \varphi \cdot F_6, \quad (2)$$

где F_6 - площадь брутто передней стороны грани конструкции, ограниченная ее контуром; φ - коэффициент заполнения, определяемый по [5, табл. I.2.16] и находящийся в пределах 0,2- 0,5 для решетчатых ферм из прямоугольных профилей.

Наветренная площадь груза принимается по фактическим данным. Так для рассматриваемого деррик-крана DKS-50 [2], значения F_6 и F_H приведены в таблице.

Распределённое давление ветра определяется по формуле

$$p_B = q \cdot k \cdot c \cdot n, \quad (3)$$

где q - динамическое давление (скоростной напор) ветра, принимаемое в соответствии с [5, табл. I.2.11] для рабочего состояния независимо от района установки крана и с [5, табл. I.2.12] для нерабочего состояния в зависимости от района установки, причем территория СНГ разделяется на семь ветровых районов; если предельная ветровая нагрузка, действующая на груз или элементы крана, ограничена условиями безопасности ведения работ или технологией выполнения перегрузочных или монтажных операций, то допускается принимать значения динамического давления q в соответствии с техническим заданием на проектирование крана, но не ниже 50 Па. Принимается для рабочего состояния (III расчётный случай нагруже-

ния) при скорости ветра $v = 14$ м/с, $q = 125$ Па.

Для нерабочего состояния (III расчётный случай нагружения) для IV ветрового района, при скорости ветра $v = 30$ м/с, $q = 550$ Па [5]; k - коэффициент, учитывающий изменение динамического давления по высоте, [5], принимается $k = 14$ и $k = 10$, для крана и груза соответственно; c - коэффициент аэродинамической силы, принимаемый по рекомендуемому приложению 1 к ГОСТ 1451-77 или данным аэродинамических исследований; $c = 1,2$ для груза, $c = 1,5$ для крана; n - коэффициент перегрузки, для рабочего состояния, принимаемый равным 1,0 независимо от применяемого метода расчета.

Определенное по зависимости (3) распределённое давление ветра будет составлять 1155 и 660 Па, для крана и груза соответственно. Таким образом, статическая составляющая действия ветра в рабочем состоянии с учётом груза будет равна:

$$P_B = \Sigma(1155 \cdot 10,3 + 1155 \cdot 16,53 + 1155 \cdot 14,51 + 660 \cdot 4) = 50,4 \text{ кН.}$$

Динамическая составляющая ветровой нагрузки, вызванная колебаниями крана от пульсации скорости ветра и действующая в месте приложения статической составляющей ветровой нагрузки по ГОСТ 13994-81, а также для всех типов стреловых кранов P_B определяется по формуле

$$P_B^d = 3 \cdot S_B = 3 \cdot T_{II} \cdot \xi \cdot P_B, \quad (4)$$

где t_{fl} - коэффициент пульсации скорости ветра, принимаемый по [5, табл. 1.2.17] в зависимости от высоты расположения рассматриваемого участка крана над поверхностью земли, Н, для крана $t_{fl} = 0,11$, для груза $t_{fl} = 0,12$; ξ - коэффициент динамичности [5]; S_B - средне-квадратическое отклонение ветровой нагрузки.

Для определения коэффициента динамичности необходимо знать период собственных колебаний крана. Период собственных колебаний крана τ устанавливается по данным натурных испытаний, а при их отсутствии его разрешается принимать по рекомендуемому приложению 3 к ГОСТ 13994-81, или по формуле

$$\tau = 2 + 0,02 \cdot L, \quad (5)$$

где L - длина конструкции, или высота башни.

Для груза: $\tau = 2 + 0,02 \cdot 20 = 2,4$ с;

Для мачты: $\tau = 2 + 0,02 \cdot 31 = 2,62$ с;

Для стрелы: $\tau = 2 + 0,02 \cdot 49,8 = 3,0$ с;

Для подкоса: $\tau = 2 + 0,02 \cdot 43,7 = 2,874$ с.

Коэффициент динамичности для мачты $\xi = 2,45$, для стрелы и боковых подкосов $\xi = 2,65$, для груза $\xi = 2,35$.

Следовательно, на основании выражения (4) имеем: 9618,32 Н – для мачты, 16696,08 Н – для стрелы, 14655,79 – для подкоса, 2233,44 – для груза. Суммарная динамическая составляющая ветровой нагрузки P_B^d будет составлять 43203,63 Н.

Полная ветровая нагрузка на кран определяется по формуле

$$P = P_B + P_B^d = 50,4 + 43,203 = 93,6 \text{ кН.}$$

При известных значениях ветровых нагрузок на опоры крана становится возможным определение параметров анкерного крепления, к которым относятся:

1. диаметр шпура или скважины, а также диаметр стального стрежня;
2. глубину заделки стержня анкера;
3. количество элементов крепления.

Выводы

При уточнении параметров анкерного крепления крана должны учитываться следующие аспекты:

1. предварительные параметры анкерного крепления, обеспечивающие работу крана от вертикальных сил и срезающих нагрузок [2-4];

2. полная ветровая нагрузка на кран, с учетом статической и динамической составляющей.

В целом действие ветровой нагрузки на основании деррик-крана составляет 16,8 % от срезающей нагрузки [4], что при расчёте является существенным приращением сил, действующих на основание. Таким образом, данное увеличение нагрузки можно учитывать подбором стандартных больших значений стержней анкера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуров М.Ю. К применению деррик-кранов на карьерах облицовочного камня // Добыча, обработка и применение природного камня: Сб. науч. тр. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2007. – С. 22-27.
2. Гуров М.Ю., Смирнова О.Г. Размещение деррик-кранов на борту карьера с

учетом призмы его обрушения // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Сб. докладов VII международной научно-технической конференции Чтения памяти В.Р. Кубачека. 23-24 апреля 2009 г. – Екатеринбург: УГГУ, 2009. – С. 38-43.

3. Гуров М.Ю., Смирнова О.Г. К определению параметров анкерного крепления деррик-крана // Добыча, обработка и применение природного камня. Вып. 10: Сб. научн. тр. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2010. – С. 140-155.

4. Гуров М.Ю., Смирнова О.Г. Действие срезающих нагрузок на анкерное крепление деррик-кранов // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Сб. Докладов VIII между-

народной научно-технической конференции. Чтения памяти В.Р. Кубачека. 14-16 апреля 2010 г.- Екатеринбург: УГГУ, 2010. – С. 292-297.

5. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 1. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций / Брауде В.И., Гохберг М.М., Звягин И.Е и др.; под общ. ред. М.М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 536 с. **ИЛС**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Гуров Михаил Юрьевич – доцент, кандидат технических наук, Магнитогорский государственный университет, mgtu@mgtu.ru



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (ПРЕПРИНТ)

СИСТЕМА СТИМУЛИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ГОРНЫХ УЧАСТКОВ

Федоров А.В., Самарин С.В., Молодцова О.В., Кулецкий В.Н., Каширина С.Н., Жилкин А.Г., Довженок А.С., Яблонских Н.В., Хажиев В.А., Макарова В.А.

Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). 2011. – № 10. – 48 с. - М.: «Горная книга».

Представлен подход к системе стимулирования ИТР горных участков ОАО «Разрез Тугнуйский» на эффективное использование горнотранспортного оборудования.

Предназначено для руководителей и специалистов, заинтересованных в повышении ценности своей деятельности на предприятиях, в региональных производственных объединениях, управляющих компаниях.

Fedorov A.V., Samarin S.V., Molodtcova O.V., Kuletsky V.N., Kashirina S.N., Jilkin A.G., Dovjenok A.S., Yablonskih N.V., Hajiev V.A., Makarova V.A. **MOTIVATIONAL INCENTIVE SYSTEM FOR DISTRICTS ENGINEERING STAFF**

The approach to motivational incentive system for districts engineering staff of OJSC "Tug-nuisky Open Pit" for effective mining-transport equipment using is presented.

For managers and the experts, who is interested in increase of their activity efficiency at the enterprises, regional production associations or management companies.