

Рис. 7. Монтаж блок-модулей шлюзовых камер: I - установка левой стенки шлюзовой камеры на подводное основание; II - установка правой стенки

мость строительства ГЭС. На рисунке показана последовательность монтажа блок-модулей на подготовленном подводном основании в створе ГЭС. Баржа-площадка с блок-модулем устанавливается над подводным котлованом, после чего с помощью плавучего подъемного средства осуществляется застропка (поз. I) и подъем блок-модуля (поз. II) над баржей-площадкой и вывод баржи. Затем блок-модуль устанавливается в проектное положение на

подводном основании (поз. III). Из установленного блока, имеющего эластичные прокладки по периметру стенок для временной герметизации внутреннего пространства, откачивается вода и осуществляется заливка арматуры дна блок-модуля бетоном для надежного закрепления на подводном основании. В это же время продолжается установка последующих блок-модулей первого и второго ярусов (поз. IV), осуществляется стыковка разъем-

ных элементов и другие доводочные работы.

В течение одной навигации таким образом полностью выполняется монтаж всех блок-модулей в створе одной ГЭС (включая первый и второй ярусы). Аналогично монтируются на подготовленном подводном основании блок-модули боковых стенок камер шлюзов (рис. 7, поз. I и II), а затем и торцевых блок-модулей с шлюзовыми воротами и затворами, машинным помещением и блоком управления.

Для выполнения рассмотренных видов работ с помощью плавучих подъемных средств большой грузоподъемности целесообразно в каждом водном бассейне России иметь хотя бы по одному такому средству грузоподъемностью 2000 т (не считая занятых на строительстве каскадов ГЭС) и несколько подъемных средств меньшей грузоподъемности.

Литература

1. Справочник по кранам, т. 1 и т. 2. Под общ. ред. М.М. Гохберга. М. Машиностроение, 1988
2. Российская Федерация. Патент на изобретение № 2258026. Плавучий подъемный кран большой грузоподъемности. МГАВТ, ЗАО МОПЕКО
3. Киселев В.А. Перспективы технического перевооружения предприятий речного и морского транспорта с использованием новых подъемно-транспортных средств. «Подъемно-транспортное дело», № 4, 2005, С. 7 - 11

КОНТРОЛЬ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МОБИЛЬНЫХ ПОДЪЕМНИКОВ С ВЫНОСНЫМИ ОПОРАМИ

Ю. И. Гудков, канд. техн. наук,
директор
ВКТИмонтажстроймеханизация
К. В. Тарасов, аспирант
МГСУ

Мобильные подъемники и вышки с рабочей площадкой (далее - подъемники) в настоящее время являются универсальными средствами механизации строительных и ремонтных работ. Широкому их применению спо-

собствует сочетание высокой мобильности, быстрого приведения механизмов машины в рабочее состояние, высокие грузоподъемность, вылет и высота подъема людей с рабочим оборудованием или грузом [1].

Подъемники относятся к свободностоящим грузоподъемным машинам. Их устойчивость обеспечивается только собственной силой тяжести. При работе эти машины опираются на аутригеры (выносные гидравлические или винтовые опоры) или на колеса [2].

Потеря устойчивости приводит к опрокидыванию базовой машины с падением рабочей платформы. По статистике Ростехнадзора такие аварии неоднократно случались и приводили к несчастным случаям среди монтажников, работающих на объекте. Подъемник после аварии подлежит либо списанию, либо дорогостоящему капитальному ремонту с заменой важнейших узлов и механизмов, и полному техническому освидетельствованию с испытанием контрольными грузами [3, 4].

Конструктивные особенности подъемников, технологические операции, для выполнения которых они предназначены, особенности эксплуатации, а также теоретические исследования показывают, что при больших запасах статической устойчивости подъемников ($k_{cm} > 1,5$) динамические нагрузки не оказывают существенного влияния на устойчивость и доля их составляет около 5%.

Общий коэффициент запаса устойчивости k в общем случае равен произведению коэффициентов k_{cm} и k_d :

$$k = k_{cm} \cdot k_d,$$

где k_{cm} – коэффициент запаса статической устойчивости;

k_d – коэффициент запаса динамической устойчивости.

Учитывая вышесказанное для практических расчетов принимаем $k_d = 1$, тогда $k = k_{cm}$.

При анализе статической устойчивости подъемников контролируемые показатели в системе безопасной эксплуатации являются предельные углы устойчивости, которые предшествуют опрокидыванию [5].

Общее угловое перемещение подъемника при его статическом нагружении складывается из величины угла наклона, обусловленного действием грузового опрокидывающего момента, угла наклона опорной поверхности и угла отклонения, вызванного деформацией грунта под выносными опорами подъемника.

Одним из вариантов повышения работоспособности и безопасности эксплуатации подъемников является система стабилизации устойчивости в текущем рабочем состоянии. При этом не изменяется конструкция подъемника в целом, дополнительно не нагружается как сама базовая машина, так и привод рабочего оборудования, а также уменьшается влияние качества основания и состояния грунта под опорами подъемника на его устойчивость. Функцией такой системы является поддержание горизонтального положения базового шасси подъемника и обеспечение безопасной эксплуатации, при которой не происходит отрыва выносных опор от площадки.

Устойчивость подъемника и режим безопасной работы обеспечиваются на основе правильного распределения силовых факторов внутри его механической системы с сохранением при различных внешних воздействиях определенного положения центра тяжести относительно ребра опрокидывания. При этом коэффициент запаса устойчивости не уменьшается ниже некоторого заданного значения.

Задача стабилизации статической устойчивости и создания режима безопасной работы такой системы решается путем введения дополнительных воздействий на подъемник. К ним относится изменение силы поджатия выносных опор к поверхности стоянки подъемника до такой величины, при которой не происходит отрыв опор от этой поверхности.

Для сохранения устойчивости

свободно стоящего подъемника необходимо, чтобы равнодействующая вертикальных опорных давлений при всех положениях подъемника проходила внутри опорного контура. Положение равнодействующей определяется здесь с учетом инерционных и ветровых нагрузок, которые суммируются с весовыми нагрузками подъемника.

Коэффициент устойчивости k зависит от размеров опорного контура. Это не позволяет во всех случаях объективно судить о действительной устойчивости подъемников по расстоянию равнодействующей от ребра опрокидывания, так как при одинаковой величине этого расстояния значения коэффициентов устойчивости будут различными при разных размерах опорного контура. Однако при любых условиях максимальная устойчивость достигается, если равнодействующая проходит через центр опорного контура.

Одно из разработанных с учетом отмеченных обстоятельств конструктивных решений рассматриваемой проблемы показано на рис. 1 и 2. Это устройство предназначено для контроля устойчивости подъемника 2 с рабочим оборудованием 1 и обеспечения безопасной его эксплуатации за счет сохранения статической устойчивости с помощью гидравличес-

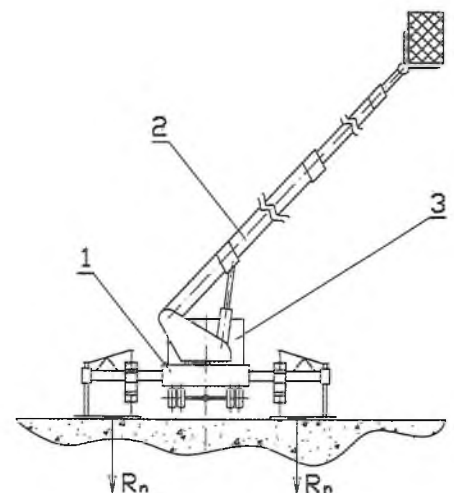


Рис. 1. Общий вид подъемника с выносными опорами

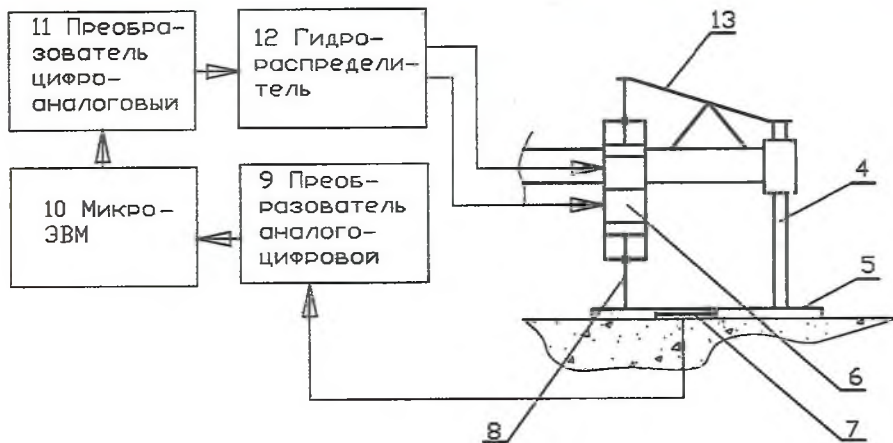


Рис. 2. Устройство для контроля устойчивости подъемника

кой системы, управляемой микро-ЭВМ [6].

Достигается это тем, что в подошве выносных опор 5, смонтированных на раме базового шасси 3, со стороны контакта с опорной поверхностью установлены датчики 8 контроля давления. Сигналы от датчика преобразуют в аналого-цифровую форму в преобразователе 9, обрабатывают в динамическом режиме измерений на микро-ЭВМ 10, преобразуют в цифро-аналоговый сигнал в преобразователе 11 и подают на гидрораспределитель 12 управления двумя гидроцилиндрами 7 поджатия подошвы выносной опоры к опорной поверхности. Причем нижний гидроцилиндр через шток 6 непосредственно воздействует на подошву выносной опоры, а верхний гидроцилиндр через коромысло 13 воздействует на выносную опору 4.

Опорный контур в виде четырехугольника образован подошвами поджатия 5, которые располагаются в углах этого контура. На каждую подошву поджатия монтируются два гидроцилиндра одинакового диаметра друг над другом. В сумме смонтированные попарно гидроцилиндры 7 на каждой подошве поджатия по углам опорного четырехугольного контура составляют четыре пары поршневых гидроцилиндров. Они обеспечивают величину поджатия подошв с выносными опорами такой, что центр тяжести подъемника проецируется на опорную по-

верхность в опорный контур. При выравнивании нагрузок на подошвах центр тяжести подъемника будет проецироваться в середину опорного контура.

При поджатии выносных опор к поверхности стоянки существенное значение для безопасной эксплуатации подъемника имеет величина осадки грунта под выносными опорами. При этом к нагрузке P_{on}^{max} на выносную опору от действующих на подъемник сил добавляется еще усилие от гидроцилиндра поджатия выносных опор R_n .

Расчет величины осадки H_{max} грунта под выносными опорами с учетом нагрузок от гидроцилиндров поджатия проводится по формуле:

$$H_{max} = \frac{(P_{on}^{max} + R_n)(1 - \mu^2)}{2E_o\beta\sqrt{F}}$$

где: E_o - модуль общей деформации грунта,

F - площадь опорного элемента,

μ - коэффициент Пуассона,

β - коэффициент, учитывающий форму подошвы поджатия. Для квадрата $\beta = 0,5642$, для прямоугольника $\beta = 0,5772$. [7].

Для удобства работы индикацию режимов поджатия можно вынести на отдельный дисплей или совместить с индикацией от ограничителя предельного груза. При этом степень устойчивости отображается в процентах.

Рассмотренная система контроля

устойчивости с устройством для обеспечения безопасной эксплуатации подъемников, действие которой заключается в поджатии выносных опор базового шасси к опорной поверхности или площадке работающего подъемника, относится к системам стабилизации за счет воздействий от гидроцилиндров. Они приводят к увеличению статической устойчивости базового шасси. Подъемник находится в течение всего рабочего процесса в начальном состоянии, как свободно стоящий, с устойчивостью, обеспеченной собственной силой тяжести и силой поджатия выносных опор от гидроцилиндров поджатия.

Литература

1. Каталог продукции ОАО «Пожтехника» г. Торжок, 2004, № 22/1
2. Гудков Ю. И. Автомобильные подъемники и вышки. М. «Высшая школа», 1982 г.
3. Информационный бюллетень Госгортехнадзора № 1 (4), 2003 г.
4. Невзоров Л. А., Гудков Ю. И., Полосин М. Д. Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов. М. «Academia», 2006.
5. Гудков Ю. И., Тарасов К. В. Логистика и моделирование микропроцессорного управления производственной эксплуатацией подъемников. Труды МГСУ – Москва. Издательство МГСУ, 2005, Выпуск 1, с.133 -137
6. Патент RU 2268231 С1. Способ контроля безопасной эксплуатации подъемно-транспортных машин и устройство для его осуществления/ Тарасов К.В., Гудков Ю.И., (Россия) - №2004114617/11. Заявлено 14. 05. 2004; опубликовано 20. 01. 2006. Бюллетень № 2.
7. Поляков В. И., Полосин М. Д. Применение в строительстве стреловых самоходных кранов на пневмоколесном ходовом устройстве. М., «Стройиздат», 1971 г.