

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колес 1520 мм (несамоходных) / ГосНИИВ-ВНИИЖТ. – М., 1996. – 319 с.

Получено 31.11.2007

**ISBN 978-985-468-405-5. Механика. Научные исследования
и учебно-методические разработки. Вып. 2. Гомель, 2008**

УДК 621.01

*Е. С. ТЕМИРБЕКОВ, М. У. ИСМАГАМБЕТОВ, Б. Ж. КУАТОВ
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОДМОСТЕЙ

Целью инновационной разработки (ИР) является создание и серийное производство типоразмерного ряда новых конструкций легких, мобильных, компактных, простых в изготовлении и эксплуатации подмостей с высотой подъема основания рабочей площадки от 1,6 до 6,6 метра. Проведен патентный анализ по изобретениям схем подмостей. Из множества вариантов самыми удачными оказались подмости на базе схемы «нюрнбергских ножниц». Для улучшения конструкции в них была введена дополнительная ползунная кинематическая пара, расположенная на жесткой вертикальной направляющей. Разработана и изготовлена проектно-конструкторская технологическая документация и проведены испытания подмостей ПМД-2,2.

Целью инновационной разработки (ИР) является создание и серийное производство типоразмерного ряда новых конструкций легких, мобильных, компактных, простых в изготовлении и эксплуатации подмостей с высотой подъема основания рабочей площадки от 1,6 до 6,6 метра, предназначенных для ремонтно-технических, строительно-монтажных и вспомогательных работ внутри и снаружи промышленных и жилых помещений зданий и сооружений. Данный проект направлен на создание и расширение отечественных производств новой техники машиностроительной и строительной отраслей. Ожидаемые результаты проекта направлены на реализацию стратегии индустриально-инновационного развития РК на 2003 – 2015 годы, основной целью которой является достижение устойчивого развития страны путем отхода экономики от сырьевой направленности.

Комплексная механизация подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных, строительно-монтажных, ремонтно-профилактических и других подобных им работ – одна из важнейших хозяйственных и социальных задач. Объем таких работ с каждым годом все более возрастает. Несмотря на

высокий уровень механизации, значительная часть таких работ еще выполняется вручную. Следует отметить сложность и небезопасность труда людей, занятых на таких работах. Поэтому проблема механизации названных работ весьма актуальна. В настоящее время в СНГ и за рубежом для проведения подобных работ применяются подмости типов: телескопические (например, фирма “Albatros”) и шарнирно-рычажные (фирмы “ERLiften”, “MBB”, «Haulotte» и других фирм). Анализ зарубежной информации (научно-технической литературы, различных международных выставок по технике, рекламных буклетов и др.) показал, что каждая страна изготавливает и эксплуатирует производимую ими самими (отечественными фирмами) подъемную технику – это по-видимому связано с дороговизной транспортировки их из-за рубежа. Анализируя достоинства тех и других, следует отметить следующее: телескопические подмости требуют использования гидравлики очень высокого качества, которая пока не производится на территории стран СНГ; что касается шарнирно-рычажных – то следует отметить, что они практически все в своей кинематической основе используют «нюрнбергские ножницы», которые показали свои достоинства на практике.

В Казахстане попытки изготовить «собственные» подмости предпринимались научной школой механиков-машиноведов под руководством академика У. А. Джолдасбекова. Были изготовлены экспериментальные образцы механизированных подмостей. В отличие от зарубежных коллег в них закладывались не «нюрнбергские ножницы», а механизмы с изменяемым замкнутым контуром (механизмы высоких классов (МВК) по классификации академика И.Артоболевского), спроектированные самими казахстанскими специалистами (на эти схемы получены авторские свидетельства на изобретения). Однако, как показала практика, такие механизмы, обладающие безусловными преимуществами перед их упрощенными аналогами, должны использоваться для решения сложных задач. Задачу же подъема рабочей площадки к таким задачам можно не относить – она достаточно тривиальна. Непосредственное участие в проектировании и изготовлении таких подмостей и других манипуляционных устройств (грейферы различного назначения, подъемники) дало авторам ИР опыт научной и инженерной работы.

Авторы ИР в течение ряда лет непосредственно участвовали в научных и внедренческих разработках на базе МВК новых манипуляторов с улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. При разработке использовались последние научные достижения в области теории механизмов и машин, разработанные научной школой академика У. А. Джолдасбекова. Предпосылки создания необходимых Республике Казахстан конструкций грузоподъемных, погрузочно-разгрузочных манипуляционных устройств и машин стало возможным благодаря разработанным школой механиков-машиноведов академика У. А. Джолдасбекова научным и инженерным методам анализа и проектирования рычажных механизмов, в том числе МВК.

Благодаря этому были разработаны, изготовлены и испытаны экспериментальные образцы устройств – СП-4 и СП-6 (строительные подмости с высотой подъема рабочей площадки до 4 и 6 метров), ПМД-4.5 (подмости механизированные Джолдасбекова У.А. с высотой подъема рабочей площадки до 4,5 метров), ВШД-8 («вышка шарнирная» Джолдасбекова У. А., с рабочей высотой подъема люльки до 8 метров), ПРВ-9 и ПРД-10 (подъемники шарнирно-рычажные винтовые Джолдасбекова У.А., с ползуном и рабочей высотой подъема люльки до 9 и 10 метров), грейферы различного назначения и многие другие устройства.

В практическом плане наиболее важным результатом проекта является промышленное производство типоразмерного ряда мобильных "подмостей", с улучшенными техническими параметрами, которые будут использованы широким кругом организаций, фирм и компаний на территории Республики Казахстан в качестве строительно-монтажных, ремонтно-строительных устройств, а также в качестве подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и других подобных им по своему назначению устройств в различных сферах стройиндустрии, сельском хозяйстве, транспорте, для служб коммунального назначения. Их главное отличие от зарубежных аналогов должно быть в том, что они по своим техническим характеристикам не уступают зарубежным аналогам, а по цене – значительно дешевле.

Наиболее перспективным, на взгляд авторов ИР, является типоразмерный ряд рычажных механизированных подмостей, обладающих следующими кинематическими и техническими характеристиками:

- рабочая высота обслуживания должна соответствовать стандартам высоты помещений от пола до потолка типовых зданий (до 5 м), а также для нестандартных зданий (до 8,4 м), ширина – не более стандартной ширины типовых дверных проемов (до 0,8 м), для нестандартных зданий – не более 2,4 м;
- иметь ручной или электрический привод на рабочей площадке или на раме;
- колесные пары должны быть посажены на подшипники (тогда тяговое усилие по перемещению подмостей будет составлять не более 10 % от веса, что дает возможность без труда их передислоцировать, в пределах одного этажа одному человеку);
- подмости должны быть мобильными – для этого они должны быть сборными, с максимальной массой отдельных частей не более 75 кг (для возможности их транспортировки двумя людьми), не более 2,3 м по длине – для удобства их передислокации с этажа на этаж по лестничным маршам или с использованием пассажирского лифта.

Основные научные и производственные результаты. По данной ИР было сделано следующее. Проведен патентный анализ по изобретениям схем подмостей. Из множества вариантов самой удачной и используемой в мире оказались подмости на базе схемы «нюрнбергских ножниц». Для улучшения

конструкции в них была введена дополнительная ползунная кинематическая пара, расположенная на жесткой вертикальной направляющей. Это позволяет значительно повысить жесткость конструкции в целом, а особенно "боковой" жесткости. Это подтверждено сравнительным анализом на жесткость двух одинаковых конструкций ПМ-5.5 и ее аналога, только без наличия вертикальных стоек – показано, что жесткость увеличивается в среднем на порядок. Проведен расчет на прочность и жесткость методом конечных элементов и определены напряжения, на основе анализа которых подобраны сечения звеньев конструкции. Для максимального упрощения конструкции (не используя кронштейнные крепления) расположили точки крепления гидропривода на самих звеньях с оптимальным расположением гидропривода на схеме подмостей. Гидропривод, помимо своего прямого назначения, использован в виде дополнительного звена, которое усиливает жесткость конструкции на свободном крае рабочей площадки. Проведен расчет на прочность и жесткость с помощью метода конечных элементов, анализ устойчивости при возможном продольном и поперечном опрокидывании. Проведена оптимизация металлоемкости с целью уменьшения металлоемкости конструкции, на основании этого подготовлено техническое задание для подмостей ПМД-2.2 (и для всего типоразмерного ряда), разработана и изготовлена проектно-конструкторская технологическая документация (ПКТД). По чертежам ПКТД изготовлен экспериментальный образец подмостей ПМД-2,2 (рисунок 1).



Рисунок 1

Авторские права юридически закреплены предпатентом РК № 11543; а новизна и авторские права на конструкцию подтверждаются патентом № 89 РК на полезную модель и предпатентом №306 РК на промышленный образец.

Проведены тензометрические и натурные испытания технической с целью проверки соблюдения требований технической безопасности и соответствия ПКТД. Выполнены также опытно-промышленные испытания с привлечением аттестованной лаборатории аккредитованной организации, разработаны «технические условия». Преимущества разработанных подмостей по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами состоят в следующем:

- состоят из прямолинейных звеньев;
- в них отсутствуют «особые» положения – это уменьшает металлоемкость;
- отношение максимальной высоты подъема к габаритам конструкции в транспортном положении при прочих равных условиях превышает этот показатель по сравнению с этим же показателем для ПМД-4,5 не менее чем в 1,7 раза (это значительно уменьшает металлоемкость конструкции по сравнению с металлоемкостью ПМД-4,5 – не менее чем в 2 раза);

- подмости ПМД-2,2, обладая всеми достоинствами «нюрнбергских ножниц», имеет повышенную «боковую» жесткость за счет введения дополнительной ползунной пары, расположенной на вертикальной направляющей (это достоинство закреплено авторскими свидетельствами). Это создает дополнительные опорные точки в пространстве движения (в то время как у известных различных подмостей на базе «нюрнбергских ножниц» фирм ERLiften”, “MBV”, «Haulotte» опорные точки находятся на плоскости горизонтально лежащей рамы).

Патентно защищены подмости, предназначенные для производства ремонтно-технических, строительно-монтажных и вспомогательных работ внутри промышленных и жилых помещений зданий и сооружений с высотой обслуживания до 4,24 м. Их мобильность обеспечивается быстрой сборкой и разборкой на три части (тележка, шарнирно-сочлененная система рычагов с ручным гидравлическим приводом, рабочая площадка); легкостью (150 кг); жесткостью и устойчивостью конструкции (фиксация кинематики дополнительно осуществляется при помощи вертикальной стойки расположенной на раме); удобством транспортирования (благодаря малой массе перемещается одним человеком).

Кроме того, сделано следующее:

- подготовлены технические условия для промышленного производства подмостей ПМД-2,2;

- разработан технологический маршрут по промышленному производству подмостей ПМД-2,2;

- подготовлено техническое задание для подмостей ПМД-5,2 (рисунок 2); этот вариант подмостей безусловно по своим кинематическим характеристикам превосходит кинематическую схему, заложенную в конструкцию ПРД-10 и СП-6 и аналогичные зарубежные аналоги;

- проведены НИОКР в результате которых разработана и изготовлена ПКТД.

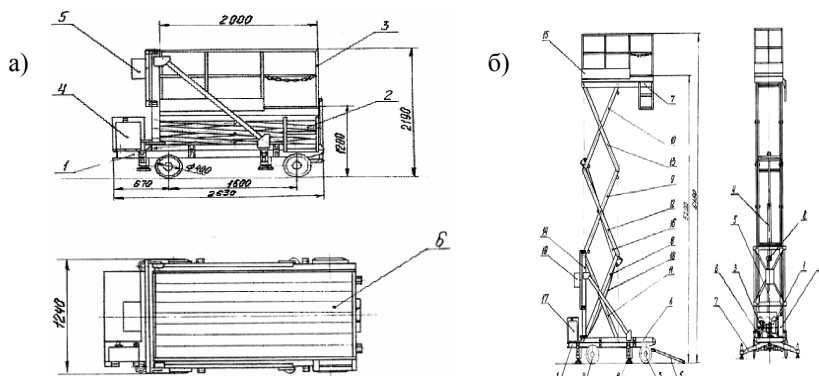


Рисунок 2 – Схема подмостей ПД-5,2:
 а – вид в собранном положении; б – вид в верхнем положении

На данный момент есть в наличии следующие компоненты проекта бизнес-плана: основные цели и задачи проекта, коммерческий раздел проекта, технический раздел проекта, экологический раздел проекта, социальный раздел проекта, основные этапы реализации, финансово-экономический раздел проекта, основные показатели по рассчитываемому проекту (расчеты выполнены в программе «PROJECT EXPERT (Standard) – 4.2»).

Получено 22.04.2007

**ISBN 978-985-468-405-5. Механика. Научные исследования
 и учебно-методические разработки. Вып. 2. Гомель, 2008**

УДК 531.26.262

В. М. ХВИСЕВИЧ, А. И. ВЕРЕМЕЙЧИК

Брестский государственный технический университет, Брест

**ПОСТРОЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ АНАЛОГОВ
 ГРАНИЧНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
 ДЛЯ ДВУХМЕРНЫХ НЕСВЯЗАННЫХ
 НЕСТАЦИОНАРНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕРМОУПРУГОСТИ**

В статье рассматривается двумерная несвязанная задача нестационарной термоупругости однородных изотропных тел. Построены граничные интегральные уравнения, на основании которых с применением метода коллокаций разработаны дискретные аналоги интегральных уравнений. Определены коэффициенты полученных линейных алгебраических уравнений с использованием квадратурных формул Гаусса.