

РАЗДЕЛ IV ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

УДК 621.979.66.134

Обдул Д. В.
Широкобоков В. В.
Обдул В. Д.
Засовенко А. В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ МЕХАНИЗМОВ В МЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕССАХ ПРИ КОЭФФИЦИЕНТЕ ШАТУНА РАВНОМ ЕДИНИЦЕ

Широко распространенным видом оборудования в кузнечно-прессовых цехах являются кривошипные прессы. Применению их в массовом производстве способствуют:

- относительно равномерное деформирование металла со сравнительно плавным повышением усилия штамповки,
- более высокая точность и стабильность размеров получаемых деталей, достигается за счет жесткости прессы, точности перемещения ползуна и применения направляющих в инструменте, препятствующих боковому смещению штампа.

Практически все выпускаемые кривошипные прессы имеют кинематические схемы ГИМ представленные на рис. 1. Они отличаются лишь исполнением шатуна и ползуна [1, 2].

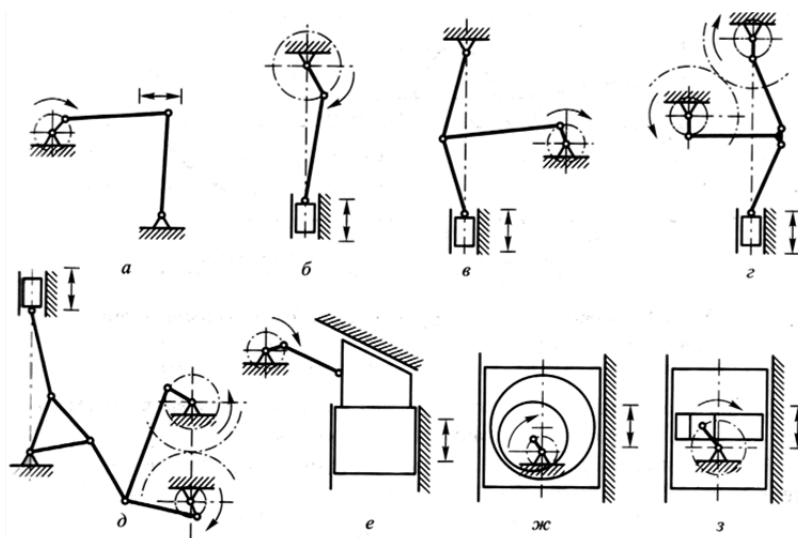


Рис. 1. Кинематические схемы кривошипных механизмов [6]:

а – кривошипно-коромысловый; б – кривошипно-ползунный; в – кривошипно-коленный; г – двухкривошипный с двумя степенями подвижности, д – то же колено-ползунный; е – кривошипно-клиновой; ж – круговой; з – кривошипно-кулисный

Определяющим, для представленных схем, является величина коэффициента шатуна.

Различия в исполнениях узлов ГИМ, предлагаемые отдельными фирмами, продиктованы патентными соображениями, а так же стремлением упростить технологию изготовления, повышение прочности отдельных узлов либо уменьшение их упругой податливости. Так схемы *д* и *з* применяются в случае необходимости увеличения хода, а схемы *е–з* при необходимости увеличения жесткости прессы.

Недостатком всех рассмотренных выше главных исполнительных механизмов [2–5], является увеличение давления ползуна на направляющие при увеличении λ , а так же сравнительно низкая жесткость, связанная с увеличением высоты.

Целью данной работы является рассмотрение возможности практического использования планетарного механизма в механических прессах как главного исполнительного механизма для вытяжных прессы и прессы-автоматов, что даст возможность повысить жесткость отдельных узлов, уменьшить высоту прессы и увеличить величину хода.

Как показывает анализ литературы, исполнительный механизм должен удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Обеспечение необходимых точностных показателей при штамповке, которые могут быть связаны с перебросом ползуна в процессе рабочего хода, отсутствием перекосов ползуна в направляющих.

2. В процессе совершения технологической операции вероятность возникновения в прессе зон, которые испытывают упругое деформирование, должна быть сведена к минимуму, что способствует повышению жесткости конструкции при одновременном уменьшении металлоемкости и габаритов прессы.

3. Быть технологичным в изготовлении, сборке, и при проведении ремонтных работ.

Исследования, проведенные В. И. Власовым [2, 5], показывают, что все главные исполнительные механизмы могут быть разделены на две группы:

– в прессы для листовой штамповки, для горячей штамповки, автоматов холодновысадочных, ножниц и т. д., $\lambda_{cp} = 0,085 \div 0,1$.

– в короткошатунных или прессы с компактным исполнительным механизмом – $0,4 \leq \lambda \leq 1$ [1, 2].

Использование компактных механизмов позволяет уменьшить расстояние от оси главного вала к столу прессы, что, в свою очередь приводит к уменьшению общей высоты прессы почти на 25 % при одновременном, автоматическом, увеличении жесткости прессы втрое. На рис. 2 показано сравнение высотных параметров исполнительных механизмов при изменении коэффициента шатуна в пределах от $0,1 \leq \lambda \leq 1$.

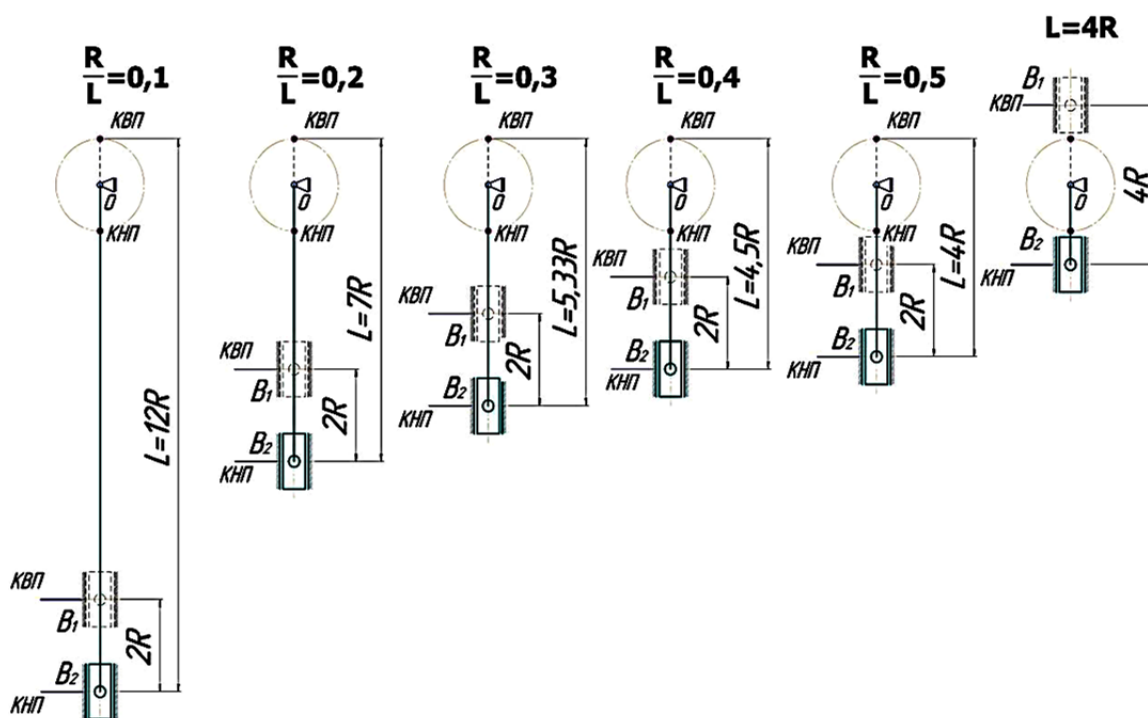


Рис. 2. Сравнение высотных параметров прессы с изменением отношения $\frac{R}{L}$ от 0,1 до 1,0 [7]

Из сравнения видно, что при длине шатуна, равной длине радиуса кривошипа ($\lambda = 1$), возникает ситуация когда ход ползуна перестает быть равным двум радиусам кривошипа ($S = 2R_{кр}$), и становится равным четырем радиусам кривошипа ($S = 4R_{кр}$).

Это означает, что при одной и той же величине хода ползуна в компактном механизме с $\lambda = 1$ радиус кривошипа вдвое меньше чем у традиционных механизмов.

Реализация главного исполнительного механизма с $\lambda = 1$ проведена на основании [8]. Данный механизм создан и подробно исследован.

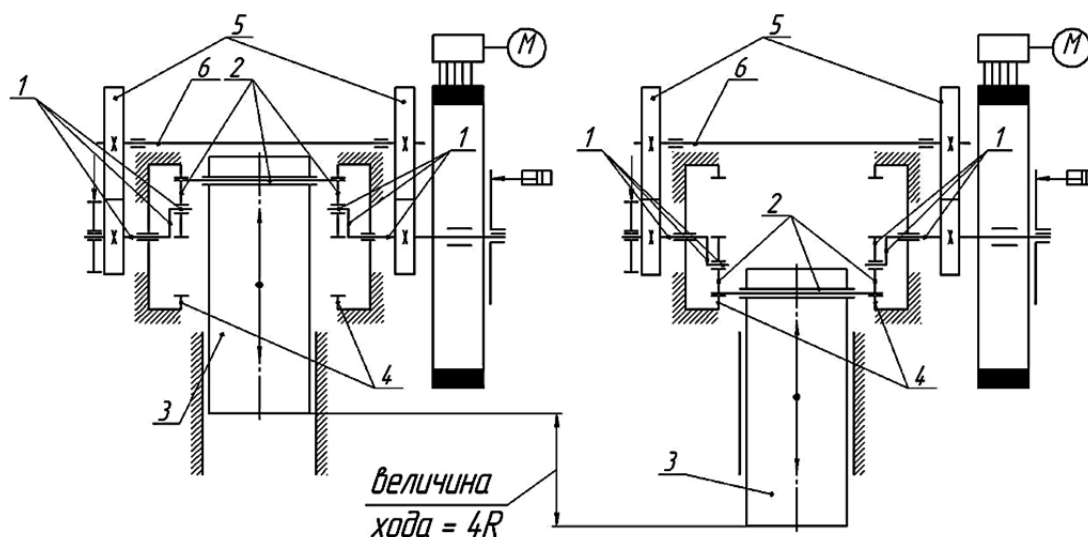


Рис. 3. Кинематическая схема одного из возможных вариантов исполнения такого механизма [7, 8, 9]:

1 – вал-водило; 2 – вал-шестерня; 3 – ползун; 4 – шестерня с внутренним зацеплением; 5 – шестерни; 6 – синхронизирующий вал

На рис. 3 представлена кинематическая схема одного из возможных вариантов исполнения такого механизма. В предлагаемой конструкции пресса, общая высота снижается на 25–30 % в сравнении с традиционными, а жесткость автоматически увеличивается.

1. Для данной кинематической схемы разработана, создана и исследована математическая модель.

2. Установлена математическая зависимость кинематики и силовых параметров, устанавливающих взаимосвязь входных и выходных параметров пресса как механической системы.

3. Разработана методика синтеза прессов с указанным ГИМом для различных типов технологических операций.

4. Показана возможность увеличения жесткости станины с одновременным снижением ее высоты и уменьшения металлоемкости.

Проанализированы возможные варианты использования указанного механизма в различных главных исполнительных механизмах прессов. По результатам проведенных исследований были разработаны и предложены несколько вариантов возможного использования бесшатунного механизма.

На рис. 4 представлена кинематическая схема гвоздильного пресс-автомата.

При включенном двигателе 9 ползун 10 с пуансонами 11 и 11а находится в одном из крайних положений, элементы привода находятся в спокойном положении. После заправки автомата прутком (2 подающих устройства – слева и справа, на схеме не показаны), включают автомат на рабочий ход. Двигатель начинает приводить в движение ползун 10. Одновременно приводятся в движение механизмы подачи прутка, работа которых совершается по очереди, через 180° поворота валов 3 и 3а, а так же 2 и 2а. Например, пруток подается слева (рис. 4).

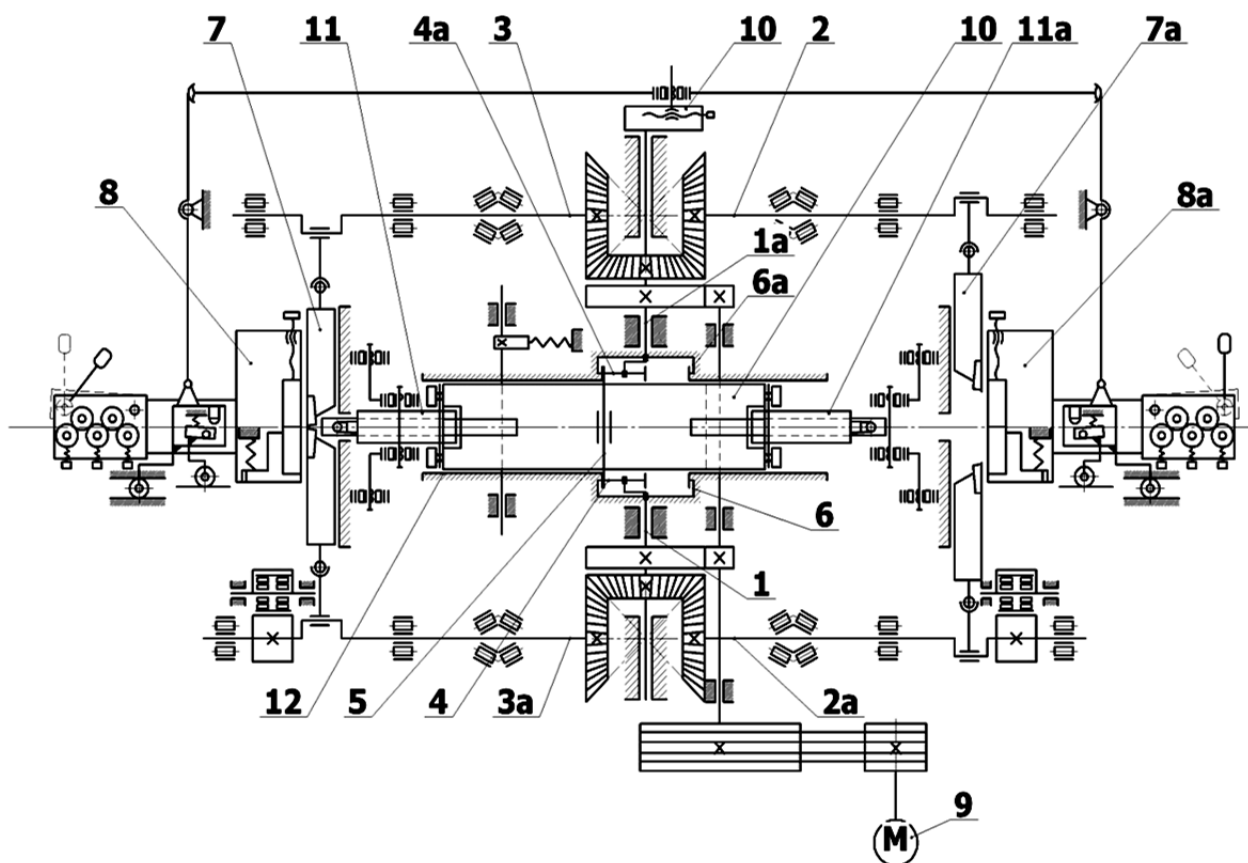


Рис. 4. Кинематическая схема гвоздильного пресс-автомата с бесшатунным главным исполнительным механизмом

В это время ползун 10 находится справа на рабочей позиции. После подачи прутка срабатывает механизм зажима и заточки. При дальнейшем движении ползуна 10 влево (рис. 4) осуществляется высадка головки гвоздя. В этот момент правая сторона автомата начинает совершать подачу прутка и зажим с одновременной заточкой конца гвоздя. Т. е. через каждые 180° поворота вала 3 и 3а, а так же 2 и 2а совершается изготовление изделия.

Предложенная конструкция пресса-автомата позволяет при одном и том же радиусе кривошипа иметь вдвое больше ход ползуна с чисто синусоидальным характером движения последнего, что позволяет установить рабочий инструмент с двух сторон ползуна и иметь при одном и том же числе ходов двойную производительность, или при той же производительности вдвое меньшее число ходов. Это позволяет, также, уменьшить шум автомата до 20–30 дБ.

В табл. 1 представлены характеристики предлагаемой модели с пресс-автоматом АА-4113.

Таблица 1

Сравнение характеристик предлагаемой модели с традиционной

Тип	Ном. усилие МН	Длина автомата, мм	Масса пресса, т	Частота хода, х./мин	Радиус кривошипа, мм	Ход ползуна, мм	Производительность, шт./мин
АА-4113	0,25	1370	1000	500	40	80	500
Предлагаемый автомат	0,25	1700	1200	250	20	80	500

На рис. 5 представлена кинематическая (а) и гидравлическая (б) схемы пресса двойного действия с бесшатунным главным исполнительным механизмом для глубокой вытяжки.

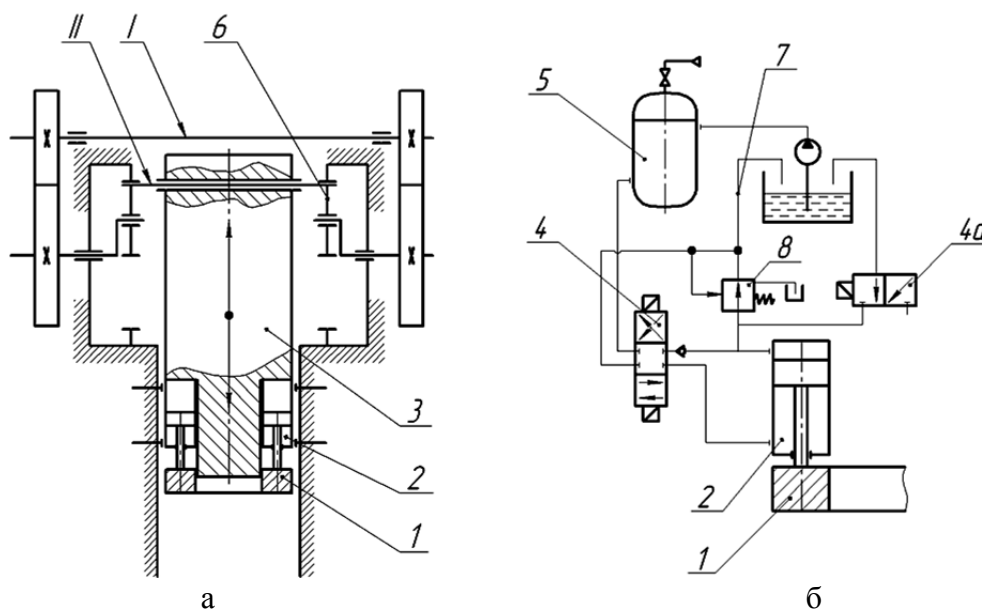


Рис. 5. Кинематическая схема прессы двойного действия с бесшатунным главным исполнительным механизмом для глубокой вытяжки

На рис. 5 наружный ползун 1 связан с вытяжным ползуном 3 с помощью гидравлических цилиндров 2 двойного действия.

При включении прессы на рабочий ход через планетарную передачу 6, движение передается на ползун вытяжной 3 и связанный с ним гидроцилиндрами 2 прижимной ползун 1.

При повороте планетарной передачи 6 на определенный угол (может регулироваться перемещением соответствующих элементов командоаппарата, на рис. 5 не показана) включаются золотники 4, и 4а жидкость подается в поршневые полости и вытекает из штоковых цилиндров 2, наружный ползун совершает ход вниз и прижимает заготовку. При дальнейшем ходе вниз ползуна 3 происходит сжатие жидкости в поршневых полостях цилиндров 2 – создается давление прижима, которое имеет определенную величину, устанавливаемую регулировкой клапана 8.

Происходит вытягивание изделия. На обратном ходе вытяжного ползуна заготовка остается некоторое время прижатой наружным ползуном 1, по истечении которого поршневые полости цилиндров 2 переключаются на слив золотником 4а, а в штоковые подается жидкость повышенного давления – прижимный ползун поднимается вверх и оба ползуна дальнейшее движение вверх до К.В.П. совершают как одно целое.

В таблице представлены характеристики предлагаемой модели с прессом К5538.

Таблица 2

Сравнение характеристик предлагаемой модели с традиционной

Тип	Ном. усилие МН	Высота прессы, м	Масса прессы, т	Радиус кривошипа, мм	Регулировка усилия прижима	Жесткость, МН/м
К5538	6,3/4,0	7,880	129	425	затруднена	20,0
Предлагаемый пресс	6,3/4,0	5,8	76	212,5	0– $P_{ном}$	30,0

ВЫВОДЫ

Приведены рекомендации относительно практического использования результатов работы. Разработанное техническое решение относительно планетарного механизма механического прессы рекомендовано к применению как главный исполнительный механизм для вытяжных прессов, что дает возможность снизить динамические нагрузки, повысить жесткость отдельных узлов, уменьшить высоту прессы и увеличить величину хода.

Кроме того, разработано техническое решение, позволяющее применять главный исполнительный механизм в вытяжных прессах двойного действия. Благодаря такому решению заменяют рычажные механизмы гидромеханическими, что дает возможность значительно упростить ГИМ с одновременным уменьшением высоты пресса. В качестве привода внутреннего ползуна, который имеет значительный ход, используется планетарный механизм с параметрами $i_n = 2$; $\lambda = 1$, что дает возможность обеспечить ход внутреннему ползуну, равный четырем радиусам кривошипа. В прессе предусмотрена регулировка усилия прижима $P_{прж} = 0 \div P_{ном}$.

Предложенное техническое решение может быть использовано в качестве главного исполнительного механизма в гвоздильных пресс-автоматах. Благодаря такому решению конструкция пресс-автомата дает возможность при одном и том же радиусе кривошипа получить вдвое больший ход ползуна с чисто синусоидальным характером движения последнего. Кроме того, это дает возможность установить рабочий инструмент с обеих сторон ползуна и иметь при одном и том же количестве ходов двойную производительность или при одной и той же производительности – вдвое меньшее количество ходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свистунов В. Е. Кривошипные прессы для разделительных операций / В. Е. Свистунов, В. В. Каржан, В. С. Лизунов. – М. : НИИМаши, 1978. – 64 с.
2. Власов В. И. Кривошипные кузнечно-прессовые машины / В. И. Власов, А. Я. Борзыкин, И. К. Букин-Батырев, Ю. Т. Меркин, В. Г. Месяц и др.; под ред. В. И. Власова. – М. : Машиностроение, 1982. – 424 с.
3. Живов Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища школа, 1981. – 376 с.
4. Живов Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование : учебник для вузов / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников, Е. Н. Складчиков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 560 с.
5. Месяц В. Г. Исследование путей повышения жесткости КГПП за счет совершенствования главных исполнительных механизмов : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.05 / Валерий Григорьевич Месяц. – М., 1977. – 220 с.
6. Обдул В. Д. Використання диференціально-зубчатого механізму в приводі кривошипних пресів / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні : Науковий журнал. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2006. – С. 104–106.
7. Пат. 24823 Україна, МПК В30В 1/26, В30В 15/00. Прес механічний / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков. – № u200703429 ; заявл. 29.03.2007; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 10.
8. Обдул В. Д. Безшатунний головний виконавчий механізм кривошипного преса / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тем. збірник наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2007. – С. 290–293.
9. Обдул В. Д. Кривошипно-шатунний механізм, в якому відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна дорівнює одиниці / В. Д. Обдул, Д. В. Обдул, В. В. Широкобоков // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні : науковий журнал. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2007. – С. 140–142.

Обдул Д. В. – инженер ЗНТУ;

Широкобоков В. В. – канд. техн. наук, доц. ЗНТУ;

Обдул В. Д. – канд. техн. наук, доц. ЗНТУ;

Засовенко А. В. – канд. техн. наук, ст. преп. ЗНТУ.

ЗНТУ – Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье.

E-mail: shirokobokov_vit@mail.ru

Статья поступила в редакцию 15.10.2012 г.