

УДК: 378.147.88

## СТУДЕНЧЕСКОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО КАК БАЗА ИНЖЕНЕРНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

АНЖЕЛА ПОПЕСКУЛ,

КАНД. ПЕДАГ. НАУК, ДОЦ.

С.П. ПОПЕСКУЛ,

ПРЕПОДОВАТЕЛЬ

Л.Г. МАЛАЙ,

КАНД. ТЕХН. НАУК, ДОЦ.

Я.В. ВАЛУЦА,

ПРЕПОДОВАТЕЛЬ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

E-MAIL: POPESCUA@MAIL.RU, POPESCU@MAIL.RU, LEONDANUS@MAIL.RU, VALUTAMD@RAMBLER.RU

### REZUMAT

**Biroul de proiectare studentesc ca bază a realizărilor ingineresti.** Biroul de Proiectare Studentesc (BPS) este una dintre cele mai reușite forme de creativitate tehnică colectivă a tinerilor. Acest lucru este confirmat de succesul BPS al Universității Agrare de Stat din Moldova în crearea celor mai noi tehnologii, marcate prin certificate de autor, medalii CE și alte premii. Pornind de la cursurile pentru juniori, studenții sunt implicați în activități creativ-aplicative la departamente, fiind interesați de subvențiile materiale. Tânărul inginer, după absolvire, are deja abilități practice de proiectare și cercetare a mașinilor. Pe exemple din lumea reală (mașini modernizate pentru încărcarea și transportarea recoltei din livezi și vii, concasor de furaje, mașini pentru testarea oboselii pieselor refabricate, viscozimetru planetar fără măsurători de forță, pentru vehicule cu elice de impulsuri de teren) este demonstrată depășirea stereotipurilor gândirii și interacțiunea științei cu creativitatea tehnică.

**Cuvinte-cheie:** *Biroul de Proiectare Studentesc; creativitate tehnică; tânărul inginer; abilități practice; proiectare și cercetare; viscozimetru planetar; concasor de furaje.*

### ABSTRACT

**Student Design Bureau as the Basis for Engineering Achievements.** The Student Design Bureau (SDB) is one of the most successful forms of collective technical creativity of young people. This is confirmed by the success of the SDB of the State Agrarian University of Moldova in the creation of the latest technology, marked by the author's certificates, CE medals and other awards. Starting from courses for juniors, students are involved in creative and applied activities in departments, being interested in material subsidies. After graduation, the young engineer already has practical skills in the design and research of automobiles. Real-life examples (modernized machines for loading and transporting crops from orchards and vineyards, fodder shredders, machines for testing the fatigue of manufactured parts, planetary viscometer without force measurements, for vehicles with field impulse propellers) show that this goes beyond the stereotypes of thinking and the interaction of science with technical creativity.

**Key words:** *Student Design Bureau (SDB); technical creativity; young engineer; practical skills; design and research; planetary viscometer; fodder shredder.*

## 1. Введение. Общие сведения об СКБ UASM

Природная одаренность присуща каждому человеку. Но чтобы её раскрыть и развить в полной мере, нужны определенные условия: раннее и умелое обучение, волевые качества личности (упорство, работоспособность, смелость и др.), а также творческая атмосфера в окружающем коллективе. Оппоненты способствуют преодолению страха, боязни ошибок и несовершенств. А ведь ошибки – обычные и неизбежные спутники всякого рода творческих успехов.

Студенческое конструкторское бюро (далее СКБ) одна из лучших форм коллективного технического творчества. Рассмотрим некоторые достижения СКБ Государственного Аграрного Университета Молдовы, которое неоднократно побеждало во Всесоюзных смотрах и удостоивалось медалей ВДНХ. Бюро работало на хозяйственной основе, выполняя заказы промышленных предприятий, научных институтов и некоторых кафедр UASM. Студент член Бюро, совершенствует конструкторские навыки, будучи заинтересованным и в материальном подспорье.

Учащиеся младших курсов осваивали работу с проектной документацией путем корректировки заводских чертежей после очередных полевых испытаний.

Студенты средних курсов вносили самостоятельные предложения по совершенствованию сельскохозяйственной техники. И уже на этой ступени учебы Бумаков В.М., Сусян Л.А., Мура С.А. получили авторские свидетельства на изобретения [1,2,3]. Впоследствии Бумаков Василий стал и патентообладателем [4].

На старших курсах студенты работники КБ уже ведут исследования на кафедрах факультета механизации, а многие из них (Ва-

луца Я.В., Черемпей В.А. и др.) по окончании учебы продолжают здесь же свою научную работу.

Рассмотрим наиболее интересные разработки СКБ и методы их реализаций.

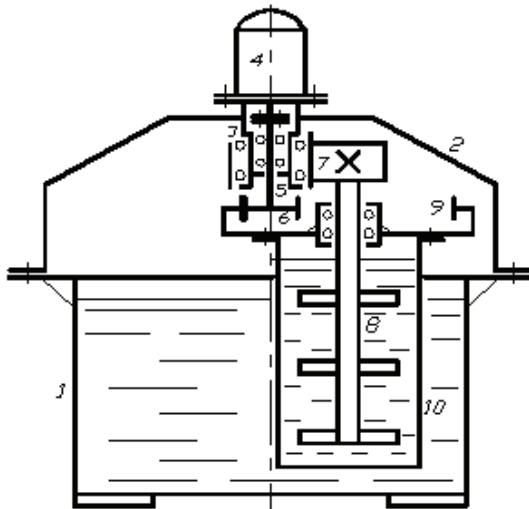
## 2. Повышение степени подвижности механизмов

**2.1.** В практике конструирования укорено убеждение в том, что механизмы произвольной сложности обладают одной степенью свободы и кинематика исполнительного органа обусловлена лишь скоростью вращения двигателя. А преодолеваемые нагрузки и силы взаимодействия звеньев принимаются во внимание только в энергетических и прочностных расчетах. Это системы с **кинематическим возбуждением** движения.

Если придать механизму *дополнительную степень свободы*, то характер его движения будет зависеть еще от сил сопротивления обрабатываемой среды. Устойчивая работа подобных систем с **силовым возбуждением** движения возможна при силах сопротивления гидродинамической природы. Значит, учащемуся необходимо *привлечение сведений из других областей знаний*.

Итак, по известным свойствам обрабатываемой среды мы устанавливаем характер работы (кинематическую картину) механизма с силовым возбуждением. А весьма интересна и обратная задача: **определить реологические свойства жидкости по скорости движения исполнительного органа**.

В промышленном производстве, научных и учебных лабораториях измерение вязкости проводят многими методами (капиллярные, пузырьковые, ротационные, шариковые и пр.), отсюда и огромное разнообразие приборов, отвечающих каждому методу.



**Фиг. 1. Планетарный вискозиметр без силовых измерений**

Вместе с тем, вискозиметрия основана на силовых измерениях. Соответствующие измерительные приборы – динамометры – ограничены по точности и долговечности. Так, частые исследования в широком диапазоне вязкостей приводят к необратимой деформации торсиона – чувствительного элемента динамометра.

Планетарный вискозиметр с двумя степенями свободы, показанный на фиг. 1, вообще избавлен от измерительных средств [5].

Его неподвижная часть включает цилиндрический сосуд 1, на крышке 2 которого смонтированы вертикальная втулка 3 и поверх нее электродвигатель 4.

Входное звено механизма – шпindelь 5 с центральной шестерней 6 – приводит в планетарное вращение сателлитное колесо 9, свободно одетое на водило 7. Колесо 9 несет изолированный стакан 10, в котором помещен лопастной вал 8, консольно прикрепленный к водилу 7. Лопастной вал 8 и наружная поверхность стакана 10 являются двумя исполнительными органами механизма, где каждый воспринимает свою гидродинамическую нагрузку.

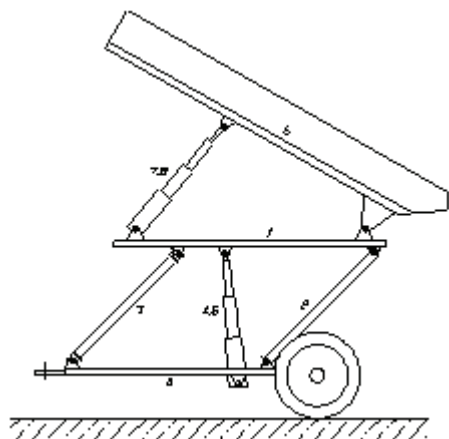


**Фото 1. Студент Язу Н.И. за настройкой планетарного вискозиметра**

Эталонную жидкость заливают в стакан 10, а исследуемую – в цилиндр 1. Осевому вращению лопастного вала 8 (по отношению к стакану 10) противодействует гидродинамический момент сопротивления эталонной жидкости, а переносному вращению стакана 10 – момент сопротивления исследуемой жидкости. Соотношение угловых скоростей обоих компонентов движения сателлита как раз зависит от соотношения моментов сил сопротивлений соответственно каждому вращению. Так, незначительное добавление воды в исследуемую жидкость заметно повышает угловую скорость водила 7.

**2.2. Механизм с полутора степенями свободы.** В машиностроении и в строительной механике часто встречаются звенья, которые несут одностороннюю нагрузку: они работают либо только на растяжение, либо только на сжатие. Первые называются *сable*, хотя и не обязательно *канаты*, вторые называются *strut*.

Сочетание в одном механизме двух элементов *cable* и *strut* позволяет выстраивать два рода механизмов (соответственно два типа движений) в зависимости от того, какой из элементов нагружен в рассматриваемый момент времени. Обратимся к примеру.



**Фиг. 2. Кинематическая схема серийного перегру�чика ППВ-3**

На фиг. 2 показана кинематическая схема серийного перегру�чика ППВ-3, предназначенного для вывозки из плантаций технических сортов винограда. Это многосложная тяжелая машина, управляемая двумя гидросистемами телескопического типа.



**Фото 2. Серийный перегру�чик ППВ-3 (прототип)**

В СКБ удалось существенно упростить и облегчить конструкцию за счет упразднения гидроцилиндра 7,8 и вторичной опоры 1. Взамен

жесткое коромысло 3 заменено элементом *strut*, а справа добавлен элемент *cable*. На этапе подъема груженного кузова б элемент *strut* 3 сжат, элемент *cable* постепенно удлиняется, и механизм совершает поступательное движение. В момент натяжения элемента *cable* нагрузка на *strut* ослабевает до нуля, и кузов б начинает вращаться вплоть до полной выгрузки продукта.

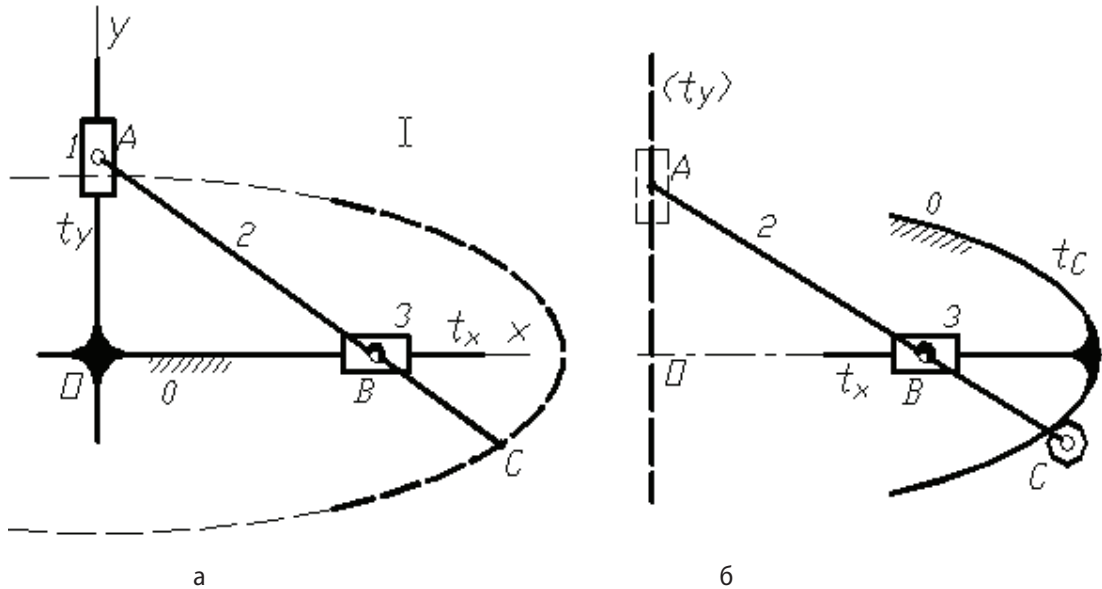


**Фото 3. Модернизированный механизм перегру�чика ППВ-3**

### 3. Метод инверсии

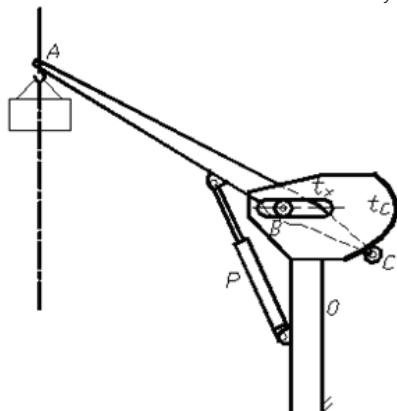
Из учебной литературы студенты знакомы с механизмами, описывающими разнообразные математические кривые. В частности, хорошо известен эллипсограф Леонардо (фиг. 3а), где произвольная точка С шатуна 2 очерчивает эллипс в полуосях  $x_0=AC$ ,  $y_0=BC$ .

Если реализовать участок траектории точки С, взятой на продолжении шатуна АВ, в виде неподвижной направляющей  $t_c$  (фиг. 3б) и образовать высшую кинематическую пару  $C-t_c$  то вертикальная поступательная пара 0-1 окажется излишней (избыточной) и ее можно упразднить. При этом точка А шатуна будет перемещаться по своей прежней вертикали  $t_y$ .



Фиг. 3. Эллипсограф Леонардо

Если реализовать участок траектории точки  $C$ , взятой на продолжении шатуна  $AB$ , в виде неподвижной направляющей  $t_c$  (фиг. 3б) и образовать высшую кинематическую пару  $C-t_c$ , то вертикальная поступательная пара  $0-1$  окажется излишней (избыточной) и ее можно упразднить. При этом точка  $A$  шатуна будет перемещаться по своей прежней вертикали  $t_y$ ,



Фиг. 4. Мобильный гидравлический кран с вертикальным подъемом

Инвертированный таким образом механизм эллипсографа был воплощен в конструкции

мобильного гидравлического крана, совершающего подъем-опускание грузов строго по вертикали (фиг. 4). Стрела крана снабжена двумя роликами: внутренний ролик  $B$ , помещенный в горизонтальном пазу  $t_x$ , реализует поступательную пару  $0-3$ , а наружный ролик  $C$  обкатывает участок  $t_c$  эллипсного профиля. Наклонный силовой цилиндр  $P$  управляет движением стрелы и одновременно замыкает ролик  $C$  на его фасонной направляющей  $t_c$ .

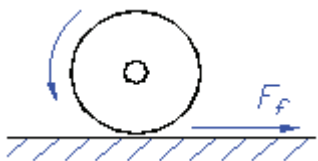
По заданию научно-производственного объединения "Агромашина" предложенный гидравлический кран был установлен на серийный контейнеровоз ВУК-3, предназначенный для вывозки садового урожая [6].

Строго прямолинейное движение крюка позволило ставить контейнеры в два яруса, что вдвое повысило производительность машины.

#### 4. Преодоление консерватизма

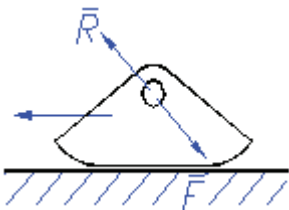
Многие конструкции, окружающие повседневный быт, оседают в нашей памяти как неизменные творения. Но они созданы людьми, и люди же способны их отвергнуть.

Вольная фантазия творческой личности рушит самые привычные структуры и порождает идеи, кажущиеся абсурдом. Чтобы отличить творца от невежды, мы располагаем простым критерием: согласуется или не согласуется предложенная идея с физическими законами. Всякая парадоксальная идея, не противоречащая постулатам механики, имеет право на воплощение.



**Фиг. 5. Традиционный колесный движитель**

Так, колесный и гусеничный движители твердо укоренились в сознании конструкторов наземных транспортных средств. Мы расходует многие миллионы тонн рифленой резины, асфальта, древесины и рельсовой стали только на то, чтобы вызвать касательную силу сцепления  $F_f$  (фиг. 5) с дорогой. Сила тяги колес (и гусениц) прямо зависит от веса машины. Но и с дополнительным пригрузом транспорт буксует при движении по грязи, снегу или мокрому асфальту.



**Фиг. 6. Сила отталкивания под углом**

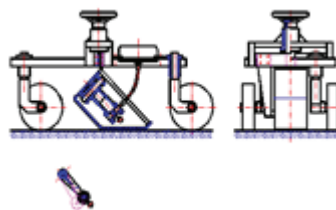
Но если осуществить взаимодействие с дорогой путем отталкивания под углом к ее поверхности (фиг. 6) (как это сложилось в животном мире, в особенности у отряда земноводных), то движение вперед гарантировано при любой влажности дороги.

Соответствующие устройства получили название “импульсно-фрикционный движитель (или коротко – виброход)”.

Зададимся вопросом: можно ли вести вспашку лунного грунта обыкновенным (колесным) вездеходом? Ответ – нет; потому что на Луне гравитационное давление в шесть раз меньше Земного, а сам планетоход проектируется по возможности наиболее легким. У виброхода сила сцепления с грунтом не зависит ни от массы планеты, ни от массы машины.

Помимо абсолютной проходимости виброход на рояльных колесах обладает свободной маневренностью и не нуждается в тормозных устройствах.

На эту тему уже получен ряд патентов [2,7,8] и выполнены опытные образцы (одна из схем показана на фиг. 7).



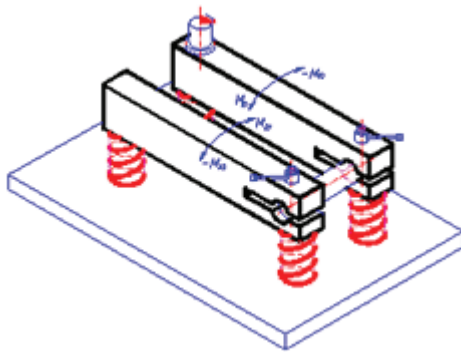
**Фиг. 7. Виброход на рояльных колесах**

#### 4. Испытательное оборудование

**4.1.** По заказу кафедры сопротивления материалов и Всесоюзного НПО восстановления изношенных деталей в СКБ разработаны оригинальные стенды для усталостных испытаний наиболее нагруженных деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. В процессе проектирования студенты глубже осваивают теорию колебаний и резонансные явления, а также вносят собственные идеи [10,11,12].

Научный руководитель работ – профессор Л.И. Дехтярь.

**4.2.** Особо интересна настольная машина, в которой испытуемые валы подвергаются знакопеременному нагружению путем введения в резонанс.



Фиг. 8. Машина для усталостных испытаний на изгиб

Стенд содержит две, упруго опирающиеся на стол, массивные траверсы. В одном конце этой системы закрепляют испытуемое изделие, а на другом конце одной из траверс установлен вибровозбудитель, синхронизирующийся с собственной частотой колебаний системы.

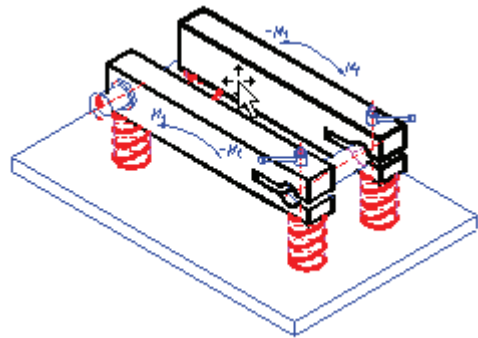
Когда ось вибровозбудителя **перпендикулярна** оси образца (фиг. 8), в последнем возбуждаются нормальные напряжения **изгиба**. Здесь все вибрационные нагрузки взаимно поглощаются и не передаются фундаменту и стенам здания.

Когда ось вибровозбудителя **параллельна** оси образца (фиг. 9), в нем возбуждаются касательные напряжения **кручения**.

При совместном воздействии двух вибровозбудителей [10] – вертикального и горизонтального – образец пребывает в плоском напряженном состоянии (нормальные и касательные напряжения).

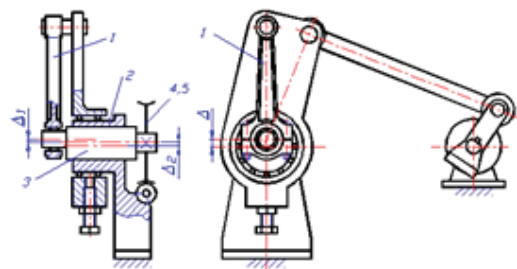
**4.3.** Машиностроительные изделия типа **шатунов** подвергаются циклическим продольным нагрузкам; иными словами, они работают на **растяжение-сжатие**.

Различают **жесткий** и **мягкий** типы нагружений. При жестком, иначе **кинематическом** нагружении испытуемое изделие подвер-



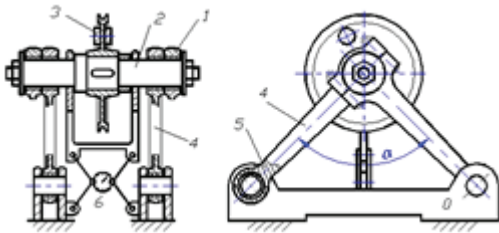
Фиг. 9. Машина для усталостных испытаний на кручение

гается задаваемым циклическим деформациям в отличие от мягкого, иначе **силового** нагружения, когда задают определенный, обычно гармонический, закон изменения сил во времени.



Фиг. 10. Стенд для усталостных испытаний шатунов при кинематическом возбуждении нагрузки

В основу стенда для кинематического возбуждения нагрузки положен кривошипно-коромысловый механизм (фиг. 10), в котором испытуемый шатун 1 совершает качательное движение, подвергаясь деформациям растяжения-сжатия за счет эксцентричной втулки 2, насаженной в свою очередь на эксцентричный стержень 3 [11]. Суммарный эксцентриситет  $\Delta$  регулируется от нуля до максимально задаваемой деформации (амплитуды нагружения) с помощью червячного механизма 4,5.



**Фиг. 11. Стенд для усталостных испытаний шатунов при силовом возбуждении нагрузки**

Стенд с **силовым** возбуждением нагрузки показан на фиг. 11. Кривошипные головки 1 испытуемых изделий попарно смонтированы по концам вала 2 с дисбалансом 3 посередине. Стержни 4 шатунов наклонены друг к другу под постоянным углом  $\alpha$ , а поршневые головки 5 установлены на станине 0. Быстрое вращение несбалансированного вала 2 возбуждает в испытуемых изделиях знакопеременные продольные нагрузки. На их измерение настроен датчик 6 деформаций вала 2. Он фиксирует задаваемое предельное нагружение шатуна и отключает привод стенда.

### 5. Сельскохозяйственная техника

СКБ принимало активное участие в научной деятельности профилирующих кафедр. Студенты В.А. Черемпей [13], Я.В. Валуца и др. вели исследования на кафедре ремонта машин, возглавляемой академиком Ю. Н. Петровым.

По кафедре механизации животноводства было налажено производство высокопроизводительной дробилки кормов ДИС-2.

По кафедре овощеводства СКБ поддерживало разработку машины для перебивки субстрата (компоста) в технологии выращивания шампиньонов.

Выше упомянуты достижения в проблемах посадки семян кукурузы и выращивания расады [1,4].

Интенсивное садоводство – особо привлекательная тема для будущих инженеров мол-

давского села. В разделах 2 (п.2.3) и 3 описаны модернизированные машины, предназначенные для погрузки и вывозки урожая из узких междурядьев пальметных садов и виноградников. Выдвинуты оригинальные идеи механизированного сбора плодов методом стряхивания [14,15,16,17].

### 6. Качества творческой личности

Непосредственное воплощение в жизнь приобретаемых знаний формирует в учащемся раскованность мышления, потребность созидания в отсутствие мертвящей боязни риска. Прилежная учеба сама по себе не гарантирует технического прогресса, поскольку сводит умственные действия к заранее фиксированным правилам.

Работа в коллективе СКБ формирует творческую личность еще на стадии обучения. Здесь студент приобретает важнейшие для инженера качества характера, такие как *высокий профессионализм, упорство на трудном пути к цели, преодоление консерватизма, чувство экономической целесообразности, коллективизм, (совместимость в работе), эстетический вкус.*

### Литература

1. БУМАКОВ, В.М. *Лунко-прессовая сеялка*. А.С. СССР Nr: 1404011, 1988.
2. МОР, Е.Г., СУСЛЯН, Л.А. *Транспортное средство повышенной проходимости*. А.С. СССР Nr: 768690, 1980.
3. МУРА, С.А. и др. *Запорное устройство*. А.С. СССР Nr: 1753143, 1990.
4. БУМАКОВ, В.М., РОШКА, В.Г. *Рассадопосадочная машина*. Патент РФ 2 060 620, 1996.
5. МОР, Е. Г., ЦИРУЛЬНИК, И.С., ЯЗУ, Н.И. *Ротационный вискозиметр*. А.С. СССР Nr; 853490, 1981.
6. MOR, E.G., VALUȚA, Y.V. *Transportor de containere VUC-3A*. Pomicultura, viticultura și vinificația Moldovei. 1990, N 9. P.36-38.



7. КРОЙТОР, А.Г., МОР, Е.Г. *Двигатель транспортного средства*. А.С. СССР Nr: 1311144, 1987.
8. Двигатель транспортного средства (Traction devices). Патент США. Nr: 3.365.012, 1968.
9. БУРУМКУЛОВ, Ф.Х. и др. *Стенд для испытания валов при фреттинг-коррозии на усталость*. А.С. СССР Nr: 1255897, 1986.
10. ПОПЕСКУ, В.Г. и др. *Стенд для усталостных испытаний деталей машин*. А.С. СССР Nr: 1580221, 1990.
11. БЕЛОУСОВ, С.В. и др. *Стенд для испытаний шатунов на циклическую прочность*. А.С. СССР Nr: 99698, 1983.
12. МАРАНДИЧ, Н.Д. и др. *Стенд для усталостных испытаний*. А.С. СССР Nr: 1682878, 1991.
13. ЧЕРЕМПЕЙ, В.А. и др. *Устройство для хонингования в электрохимических процессах нанесения и съема металла*. А.С. СССР Nr: 965738, 1981.
14. МИЦЕК, С.Ю., МОР, Е.Г., ВАЛУЦА, Я.В. *Плодоуборочная машина*. А.С. СССР Nr: 1771576, 1992.
15. МОР, Е.Г., ЦИПАК, Г.В. *Рама плодуборочной машины*. А.С. СССР Nr: 1554811, 1990.
16. МИЦЕК, С.Ю., ХУДОЛИЙ, А.В., МОР, Е.Г. *Плодуборочная машина*. А.С. СССР Nr: 1657098, 1991.
17. МИЦЕК, С.Ю. и др. *Рама садовой машины*. А.С. СССР Nr: 1676499, 1991.