

2. Толочко Н.К. [и др.] Современные литейные технологии. – Минск: БГАТУ, 2009. – 359 с.
3. Census of World Casting Production: Total Casting Tons Dip in 2019//Modern Casting, January 2021, p. 28–31.
4. Волочко А.Т., Садоха М.А. Алюминий: технологии и оборудование для получения литых изделий. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 387 с.

**Abstract.** Information on the volumes of production of castings in agricultural engineering of various countries is given. The situation with the production of castings in the Republic of Belarus is considered in more detail. A forecast for the ways of further development of foundry production in the industry is presented. Recommendations on the main directions of application of cast products in agricultural engineering have been developed.

УДК 621.792; 621.88; 621.74

**Калиниченко М.Л.**, магистр технических наук  
*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ УЧАСТКОВ РАЙСЕЛЬХОЗТЕХНИКИ**

***Аннотация.** В работе проведен и систематизирован анализ пластиков используемых на универсальных литейных заводах для создания отливок для райсельхозтехники. Проведен анализ их прочностных свойств на сжатие в продольном и поперечном направлении, как в исходном состоянии, так и в качестве соединений, полученных при помощи технологии склеивания. Проведен стоимостной анализ использования пластичных масс для производства модельных комплектов.*

Ряд деталей необходимых для ремонта и нужд АПК изготавливается на ремонтных предприятиях райсельхозтехники, где сосредоточены механообрабатывающие участки, иногда дополненные литейными. Нормальное функционирование литейного участка не-

возможно без соответствующей оснастки и в первую очередь без производства модельных комплектов. В настоящее время наиболее распространенными материалами для их изготовления является древесина, металл и пластические массы. Металлические модельные комплекты, как правило, используются на предприятиях массового и крупного серийного производства и обладают высокими стоимостными показателями. Таким образом, данный тип комплектов не подходит предприятиям райсельхозтехники по причине специфики их работы, связанной, как с частной сменяющейся номенклатурой, так и необходимостью снижения себестоимости выпускаемых изделий.

Наиболее подходящими для мелкосерийного и единичного производства являются модели, изготовленные из древесины или пластика. При этом наиболее дешевыми являются деревянные модельные комплекты. Также применение деревянных модельных комплектов наиболее эффективно при изготовлении единичных изделий, после чего модельный комплект может быть просто утилизирован. В том случае, когда технологический процесс подразумевает изготовление подобных изделий в будущем, то возникают проблемы с хранением данного деревянного модельного комплекта. Это, как правило, обусловлено небольшими складскими помещениями на предприятиях райсельхозтехники. Также необходимо создать специальные условия в цехе, для того, чтобы исключить процесс набухания или рассыхания древесины, что в конечном итоге приводит к короблению и изменению геометрических размеров модельного комплекта.

Пластиковые модельные комплекты обладают максимум преимуществ по сравнению с деревянными модельными комплектами, например, при процессе механической обработки. Технологический процесс их производства может быть даже более дешёвым, чем деревянных комплектов, так как они не требуют поддержания сушкой установленного процента влажности и, в отличие от древесины не требуют подстройки при обработке вдоль или поперек волокон. Также модельные комплекты могут длительное время находиться в неотапливаемых помещениях с широким диапазоном температур, при этом без риска геометрических изменений. Это заметно облегчает и удешевляет их хранение.

В работе было проведено изучение модельных пластиков таких брендов как «Axson», «Rampf», «Obomodulan» [1], широко пред-

ставленных на рынке Республики Беларусь и хорошо зарекомендовавших себя в процессе эксплуатации.

Как известно, выход из строя модельных комплектов, как правило, происходит в результате нарушения геометрии тела. Это связано, как с неправильными условиями хранения, так и в результате трения с абразивными составляющими, входящими в состав формовочной смеси. Также деформации геометрии тела возникают в условиях динамических нагрузок при трамбовке и прессовке внутри формы. Чтобы снизить вероятность выхода из строя модельного комплекта по последней причине, используемые пластические массы должны быть устойчивы к прилагаемым нагрузкам, а также обладать свойствами релаксации после снятия напряжений.

Изготовление модельных комплектов из одного листа, имеющего, как правило, толщину 50 мм весьма проблематично, так как многие детали имеют более высокие размеры. Как результат, в процессе производства происходит наращивание толщины пластика за счет склеивания листов пластика друг с другом. Для склеивания используются акриловые, полиуретановые, эпоксидные и др. клеи [2]. При этом применяемый клей должен обладать как хорошими адгезионными свойствами, так и удовлетворять тем же требованиям, что и модельные пластики, так как вместе они составляют рабочую композицию.

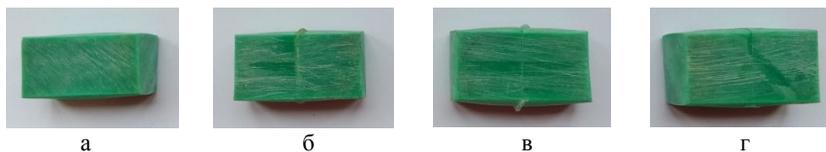
Исходя из вышеупомянутого, представляет интерес изучения способности промышленных пластиков с различной плотностью, склеенных адгезионными составами, на способность противостоять сжимающим нагрузкам.

Для испытаний были выбраны пластики PROLAB 65 (Axson); PROLAB 75 (Axson); LAB 850 (Axson); WB-1404 RARU-TOOL (Rampf); LAB 920 (Axson), предоставленные УП «Технолит», г. Минск, Республика Беларусь (технические характеристики, которых указаны в [3]), соединенные с помощью клеев на акриловой основе DP 8805NS, DP 8005NS [3] и цианакрилатный супер клей «Секунда 505». В результате было выявлено, что цельный и склеенный пластик практически во всех случаях ведут себя одинаково (рисунок 1 и 2).

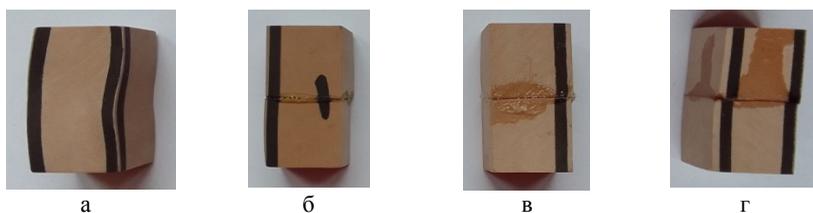


а – деформационные изменения исходного пластика;  
б – деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8805NS  
в – деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8005NS,  
г – деформационные изменения пластика, склеенного супер клеем «Секунда 505»  
Рисунок 1 – Деформационные изменения пластика на примере PROLAB 65 (Axson) при поперечном нагружении

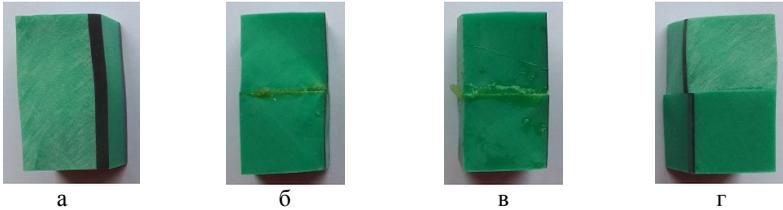
Как видно из рисунка 1, 2, что даже при снятии нагрузок пластики обладают способностью частичного восстановления изначальной геометрии тела, при нагрузках же соответствующим двух или трехкратному превышению силы прессования, изменений в геометрии не наблюдаются.



а – деформационные изменения исходного пластика;  
б - деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8805NS  
в – деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8005NS,  
г – деформационные изменения пластика, склеенного супер клеем «Секунда 505»  
Рисунок 2 – Деформационные изменения пластика на примере LAB 920 (Axson) при поперечном нагружении



а – деформационные изменения исходного пластика;  
б – деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8805NS  
в – деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8005NS,  
г – деформационные изменения пластика, склеенного супер клеем «Секунда 505»  
Рисунок 3 – Деформационные изменения пластика на примере PROLAB 65 (Axson) при продольном нагружении



а – деформационные изменения исходного пластика;  
б – деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8805NS  
в – деформационные изменения пластика, склеенного клеем DP 8005NS,  
г – деформационные изменения пластика, склеенного супер клеем «Секунда 505»  
Рисунок 4 – Деформационные изменения пластика на примере LAB 920 (Axson)  
при продольном нагружении

Склеенные образцы не чем не уступают цельным аналогам, при этом все типы используемых клеев, не подвергались разрушению клеевого шва на всех типах испытываемых пластиков. Необходимо отметить, что сплошность клеевого слоя не было нарушено ни в случае поперечного, ни в случае продольного нагружения (рисунка 3, 4).

Вывод. Проведенные исследования могут рекомендовать все типы предложенных пластиков для использования на предприятиях райсельхозтехники АПК, так как все они обладают достаточно высокой универсальностью, способностью работать с различными клеевыми составами, что может снизить себестоимость выпускаемых изделий по причине отсутствия необходимости закупки специальных клеевых составов и возможности использования клеев уже имеющихся на предприятии.

Немаловажным значением является цена пластиков. По данным УП «Технолит» г. Минск, она составляет от 305 и до 350 евро, при разных объемах выпускаемых плит. Так плиты плотностью до  $0,8 \text{ г/см}^3$  выпускаются размером  $1500 \times 500 \times 50$  (мм), выше этой плотности размером  $1000 \times 500 \times 50$  (мм). Таким образом, ценовое различие более дешёвых и дорогих пластиков составляет 34 %. Однако их прочностные характеристики по результатам исследований, отличаются в 2 раза. Так пластик PROLAB 65 (плотностью  $0,65 \text{ г/см}^3$ ) показывает напряжение при сжатие в продольном и поперечном направлении в пределах 20-30 МПа, а пластик LAB 850 (плотностью  $1,3 \text{ г/см}^3$ ) показывает напряжение при сжатие в продольном и поперечном направлении в пределах 60–70 МПа. Оба пластика подходят для нужд мелкосерийного изготовления модельных комплектов, но, как показали исследования, для нужд райсельхозтехники могут быть с уверенностью использованы самые

дешевые пластики, которые превышают по своим свойствам древесину в 3 и более раз по механическим свойствам.

#### Список использованных источников

1. Нелюб, И.А. Особенности и преимущества применения современных пластополимерных материалов для изготовления модельной оснастки / И.А. Нелюб, П.А. Кушель, С.Л. Ровин // *Литье и металлургия*. 2010. – Т. 58. – № 4. – С. 36–39

2. Калиниченко, М.Л. Анализ современных композиционных материалов, применяемых при изготовлении модельных комплектов для мелкосерийного литейного производства, полученных с помощью технологии склеивания / М.Л. Калиниченко, Л.П. Долгий, В.А. Калиниченко // *Литье и металлургия*. 2020. – № 3. С. 15–22.

3. Калиниченко, М.Л. Технология склеивания: теория, практика, материалы / М.Л. Калиниченко, Л.П. Долгий, В.А. Калиниченко. – Минск: БНТУ, 2021. – 187 с.

**Abstract.** The study was oriented in the field of plastics analysis which used in foundries to create casting forms. The type of cast model plastics at the market of our country was systematized in the work. The analysis of their compressive strength properties in the longitudinal and transverse directions, both in the initial state and as compounds obtained using bonding technology, has been carried out. The cost analysis of the use of plastic masses for the production of model kits was carried out.

УДК 621.74

**Андрушевич А.А.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент,

**Калиниченко В.А.**<sup>2</sup>, кандидат технических наук, доцент,

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

## **ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НУЖД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Аннотация.** Приведены сведения о металлических композиционных материалах и возможностях их применения в техническом