

3. Matveev S.A., Nemirovskij Y.V. *Armirovannye dorozhnye konstrukcii: modelirovanie i raschet* [The reinforced road constructions: modeling and calculation]. Novosibirsk: Nauka, 2006. 348 p.

4. Matveev S.A., Litvinov N.N. Reshenie ploskoj zadachi dlja armirovannoj mnogoslojnoj dorozhnoj odezhdy [The solution of a plane problem for the reinforced multilayered pavement]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 1 (23). pp. 44-46.

5. Bolotin, V.V., Novichkov Ju.N. *Mehanika mnogoslojnyh konstrukcij* [Mechanics of multilayered structures]. Moscow, Mashinostroyeniye, 1980. 375 p.

6. Aleksandrov A.V., Potapov V.D. *Osnovy teorii uprugosti i plastichnosti* [Fundamentals of the theory of elasticity and plasticity]. Moscow, Vyssh. shk., 1990. 400 p.

7. Kiselev V.A. *Raschet plastin* [Calculation of plates]. Moscow, Strojizdat, 1973. 151 p.

8. Matveev S.A. Modelirovanie i raschet mnogoslojnoj armirovannoj plity na uprugom osnovanii [Modeling and calculation of the multilayered reinforced plate on the elastic basis]. *Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij*, 2012, no 3. pp. 29-34.

9. Ambarcumjan S.A. *Teoriya anizotropnyh plastin* [Theory of anisotropic plates]. Moscow, Nauka, 1987. 360 p.

10. Klejn G.K. *Stroitel'naja mehanika sypuchih tel* [Construction mechanics of granular materials]. Moscow, Strojizdat, 1977. 256 p.

11. Korenev B.G., Chernigovskaja E.I. *Raschet plit na uprugom osnovanii* [Calculation of plates on the elastic basis]. Moscow, Gosstrojizdat, 1962. 356 p.

12. Samul' V.I. *Osnovy teorii uprugosti i plastichnosti* [Fundamentals of the theory of elasticity and plasticity]. Moscow, Vyssh. shk., 1982. 264 p.

*Matveev Sergey Aleksandrovich* (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Строительная механика и геотехнологии», декан факультета «Автомобильные дороги и мосты» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: dfsibadi@mail.ru).

*Мартынов Евгений Анатольевич* (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Строительная механика и геотехнологии» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: asp\_evg@mail.ru).

*Литвинов Николай Николаевич* (Россия, г. Омск) – старший преподаватель кафедры «Строительная механика и геотехнологии» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: niklitvinov\_23i@mail.ru).

*Matveev Sergey Aleksandrovich* (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the department «Construction mechanics and geotechnologies», the dean of the faculty "Automobile roads and bridges", The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: dfsibadi@mail.ru).

*Martynov Evgeny Anatolyevich* (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor of the department "Construction mechanics and geotechnologies", The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: asp\_evg@mail.ru).

*Litvinov Nikolay Nikolaevich* (Russian Federation, Omsk) – the senior teacher of the department «Construction mechanics and geotechnologies», The Siberian automobile and highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: niklitvinov\_23i@mail.ru).

УДК 62-294.2

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРОВ В ПРЕСС-ФОРМАХ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПЛАСТМАСС

Н.С. Першин<sup>1</sup>, М.С. Чепчуров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
«БГТУ им. В.Г. Шухова», Белгород, Россия.

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема использования металлополимеров при реконструкции и ремонте пресс-форм для литья пластиков. Сравниваются физические свойства материалов пресс-форм и металлополимеров. На основании проведенного анализа, авторы предложили некоторые элементы конструкций пресс-форм для использования металлополимеров. Сделаны выводы о преимуществах и недостатках применения металлополимеров в элементах конструкций пресс-форм.

**Ключевые слова:** металлополимеры, пресс-форма, литьё пластмасс, каналы охлаждения.

**Введение**

Металлополимер представляет собой матрицу из полимерного материала, содержащую наполнитель – металл. В качестве матриц используются связующие на основе фенолформальдегидных эпоксидных смол (ЭС), олигоэфиракрилатных материалов и т.п. Наполнителем может являться сталь, алюминий, титан, бронза и другие металлы и сплавы в зависимости от требуемых свойств материала [1]. Производители предлагают широкий спектр различных эпоксидных металлонаполненных составов для использования в качестве ремонтно-восстановительных составов, но при этом в рекламе утверждается, что возможно применение этих составов и для изготовления литьевых форм. Авторы статьи попытались разобраться с этим утверждением, в отношении литьевых форм для изготовления деталей из термопластов (полипропилена).

**Использование металлополимеров в пресс-формах для литья пластмасс**

Литьё полипропилена под давлением может быть выполнено при температуре свыше 150°C, а реальная температура расплава может достигать 250°C. Сам материал является полиолифеном, что не исключает его взаимодействия с материалом матрицы металлополимера. Требования к материалам элементов пресс-форм сформулированы в ГОСТ 27358-87 [2], там же приведены и рекомендации по

межремонтному обслуживанию оснастки, например, пресс-форма 1-й категории сложности при литье изделий из полипропилена должна обеспечивать изготовление 300 тыс. деталей до капитального ремонта. Но в то же время в инструментальное производство могут поступать заказы на изготовление оснастки для производства 10, 20, 30 тыс. деталей, следовательно, согласно требованиям стандарта, уже не требуется использование дорогостоящих легированных сталей или выполнение мехобработки для формообразующих деталей оснастки. У производителя, занятого массовым выпуском изделий с использованием термопласт-автоматов, всегда имеется в наличии определённый складской запас не используемой оснастки, которую можно перереконструировать под вновь изготавливаемые изделия. На взгляд авторов наиболее перспективным представляется использование композитов в реконструкции плит, а также исправления дефектов в каналах охлаждения. Проанализировав свойства материалов, используемых для плит, а также свойства металлополимеров, прежде всего будем исходить из условий: максимальное давление охлаждающей жидкости в пресс-форме не больше 0,63 МПа; максимальная температура плит пресс-форм не более 120°C;

Таблица 1 – Материалы деталей пресс-форм

| № п/п | Наименование материала                        | Предел прочности при 200..220°C, МПа | Твёрдость, НВ при 20°C | Коррозионная-стойкость в средах      |
|-------|---|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 1     | ЭС с Al наполнителем                          | 80..90                               | 205..215               | Вода, нефтепродукты                  |
| 2     | ЭС с наполнителем из стали температуростойкой | 85..105                              | 240..235               | Вода, нефтепродукты                  |
| 3     | ЭС с наполнителем из титана                   | 80..90                               | нет данных             | Вода, нефтепродукты, кислоты, щёлочи |
| 4     | Сталь У8А ГОСТ 1435-99                        | 640..650                             | 197 (после отжига)     | нефтепродукты, кислоты, щёлочи       |
| 5     | Сталь 45 ГОСТ 1050-88                         | 550..690                             | 197..241               | нефтепродукты, кислоты, щёлочи       |
| 6     | Сталь 40Х ГОСТ 4543-71                        | 470..655                             | 143..248               | нефтепродукты, кислоты, щёлочи       |

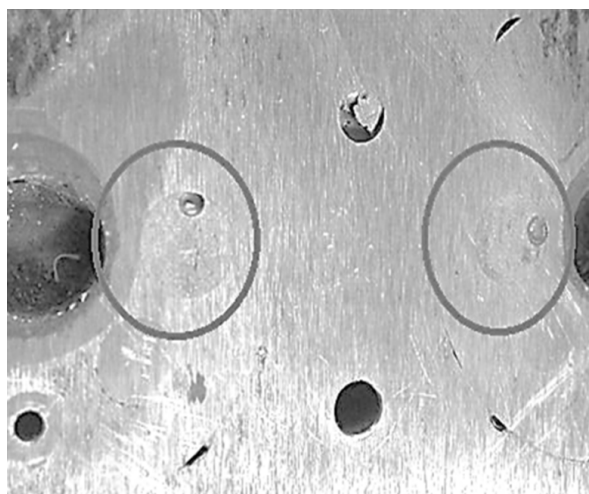


Рис. 1. Плита пресс-формы с заделанными неиспользуемыми отверстиями металлополимером

В столбце 3 таблицы 1 для стали указаны значения пределов прочности, максимальное значение соответствует закалке с последующим отпуском. Сравнительный анализ различных источников по композитным материалам [3,4] показал, что модуль Юнга составляет всего  $4,5 \cdot 10^3$  МПа, в тоже время твёрдость по Шору может находиться в диапазоне 80..90 ед. Следовательно, эти материалы обладают высокой хрупкостью, при износостойкости сравнимой с закалённой сталью. Анализ данных таблицы 1 показывает, что использование композитов, при реконструкции пресс-форм, возможен в том случае, если выполняется замена части детали из незакалённой стали, т.е. в оснастке возникают относительно небольшие нагрузки на элементы, что вполне допустимо. Рассмотрим элементы конструкций пресс-форм, в которых возможно использование композитов.

Наиболее применяемой для использования являются система охлаждения, в плане герметизации дефектов, полученных при механической обработке, или при изменении конструкции плиты, в которой находятся каналы охлаждения [5,6] и т.п., как это показано на рисунке 1. В тоже время перед изготовлением пресс-форм появляется перспектива получения каналов охлаждения сложной конфигурации, при минимальной механической обработке, например, канал (1) представленный на рисунке 2, можно выполнить путём разделения плиты (2), и фрезерования пазов в каждой половине плиты, с последующим их соединением винтом (4) с помощью металлополимера (3) по схеме, представленной на рисунке 3.

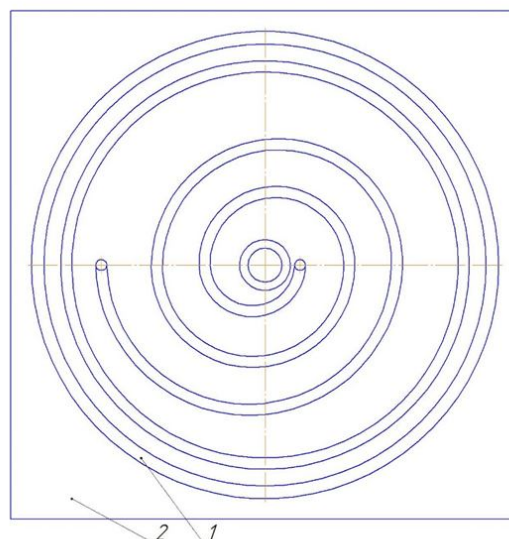


Рис. 2. Канал охлаждения сложной конфигурации  
1 – канал охлаждения; 2 – плита пресс-формы

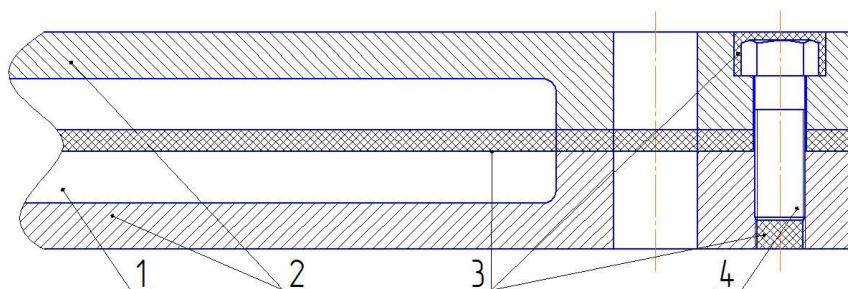


Рис. 3. Схема соединения половин плиты с помощью металлополимера для получения канала охлаждения сложной формы: 1 – канал охлаждения; 2 – половины пресс-формы; 3 – металлополимер; 4 – соединительный болт

Схему охлаждения, представленную на рисунке 2 практически невозможно выполнить в цельной плите, поэтому для сравнения технологий получения каналов охлаждения воспользуемся схемой, представленной в [7] с перпендикулярным расположением каналов. Для её получения используют координатно-сверильную обработку, при этом выполняется глубокое сверление, не исключена возможность получения брака, полученное сквозное отверстие глушится с использованием пробок, устанавливаемых на герметик. Операция получения каналов по представленной технологии, занимает достаточно много времени. Но если выполнить фрезерование каналов непосредственно в соответствии с его контуром, а затем соединить плиты, при помощи композита, как показано на рисунке 3, то эта операция занимает меньше времени. Как показывают расчёты, выполненные при проектировании технологии в ADEM9.0st [8], примерно на 40..50% меньше времени.

Использование металлополимеров для реконструкции пресс-форм требует рассмотрения вопросов сравнения временных затрат, выражаемых в норма-часах. Следует учитывать следующее: время отверждения композитного состава, которое составляет не меньше 16 часов, время приобретения композитом заявленных свойств, не менее 48 часов; для металлонаполненных композитов с целью обеспечения требуемой стойкости, следует выполнить термическую обработку не менее 14 часов. Таким образом, при необходимости выполнения работ в течении 1 смены, металлополимеры на основе эпоксидных смол не могут быть использованы, что следует учитывать при оперативном ремонте или реконструкции пресс-форм.

При использовании металлополимерного материала для восстановления поверхностей требующих обеспечения необходимого зазора для корректной работы пакета пресс-формы, важно учитывать коэффициент температурного расширения металлополимера, который равен  $\alpha = (30..40) \times 10^{-6} \times K^{-1}$  или  $\alpha = 54 \times 10^{-6} \times C^{-1}$  [5]. Увеличение диаметра отверстия при температурном расширении вычисляется по формуле:

$$\Delta d = \alpha \times (t - t_0) \times d,$$

где,  $\Delta d$  – изменение диаметра;  $\alpha$  – коэффициент температурного расширения;  $t$  – температура нагрева материала;  $t_0$  –

начальная температура материала;  $d$  – диаметр отверстия.

Так для отверстия диаметром 3мм (отверстие в промежуточной плите под толкатели) изменение диаметра при температуре 120°C будет равно:

$$\Delta d = 54 \times 10^{-6} \times (120 - 20) \times 3 = 0,0162 \text{ мм.}$$

То есть, при восстановлении отверстия необходимо учитывать, что при рабочей температуре 120°C, отверстие диаметром 3мм будет увеличено на 0,0162 мм. Это важно учитывать при обеспечении соответствующего зазора между поверхностями толкателя и отверстия.

#### Заключение

Таким образом, теоретически доказано и практически подтверждено, что использование металлополимеров при ремонте и модернизации пресс-форм позволяет значительно сократить трудовые затраты, но при этом не возможен оперативный ремонт, так как время приобретения металлополимером своих механических свойств составляет не менее 48 часов.

**Результаты исследований, изложенные в статье выполнены в рамках гранта: «Проект ПСР № 2011-ПР- 146», договор № А-7/14 от 10.04.2014 г.**

#### Библиографический список

1. Адаменко, Н.А. Конструкционные полимерные композиты: учеб. пособие / Н.А. Адаменко, А.В. Фетисов, Г.В. Агафонова. – Волгоград: ВГТУ, 2010. – 100 с.
2. ГОСТ 27358-87 Пресс-формы для изготовления изделий из пластмасс. Общие технические условия – М.: ИПК Изд-во стандартом, 2004. – 16 с.
3. Мини каталог химии WEICON – М.: Изд-во «Офис ЮМП», 2013. – 20 с.
4. Металлополимеры «ЛЕО» – М.: Изд-во «ЗАО Металлополимерные материалы ЛЕО», 2013. – 33 с.
5. Чепчуров, М.С. Модернизация машин для литья термопластов на базе персональных компьютеров / М.С.Чепчуров, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе // Ремонт, восстановление, модернизация. –2007. – № 5. – С. 7-14.
6. Конструирование литьевых пресс-форм в 130 примерах / Г. Гастров [и др.]. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2006. – 336 с.
7. Пантелеев, А.П. Справочник по реконструированию оснастки для переработки пластмасс / А.П. Пантелеев. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1986. – 399 с.
8. Коженков, В.Т. Опыт производства пресс-форм с ADEM / В.Т. Коженков. – М.: Изд-во

«Всероссийский научно-исследовательский институт межотраслевой информации – федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности», 2004. № 4. – 81 с.

#### USE OF METALLOPOLYMERS IN MOLDS FOR MOULDING OF PLASTICS

N.S. Pershin, M.S. Chepchurov

**Abstract.** The authors consider the problem of using metallopolymers at reconstruction and repair of molds for plastics' moulding. The authors compare physical properties of molds' materials and metallopolymers. On the basis of the performed analysis, the authors have proposed some structural elements of molds for using metallopolymers. The article presents advantages and disadvantages of using metallopolymers in elements of molds.

**Keywords:** metallopolymers, molds, moulding of plastics, cooling channels.

#### References

1. Adamenko N.A. *Konstrukcionnye polimernye kompozity: ucheb. posobie* [Structural polymer composites]. Volgograd, 2010, 28 p.
2. GOST 27358-87 *Press-formy dlja izgotovlenija izdelij iz plastmass. Obshhie tehicheskie uslovija* [State standard 27358-87 Compression molds for the manufacture of plastics]. General specifications. IEC Standard Publishing, 2004, pp. 1-16.
3. [Mini catalog Chemistry WEICON]. Office YUMP, 2013, pp. 1-20.
4. *Metallopolimery «LEO»* [Metallpolimers "Leo"]. ZAO Metal-LEO materials, 2013, pp. 33.

5. Chepchurov M.S. *Modernizacija mashin dlja lit'ja termoplastov na baze personal'nyh komp'yuterov* [Modernization of machines for moulding of thermoplastics using personal computers]. Repair, restoration, modernization, 2007. No.5. pp. 7-14.

6. Gastrov G. *Konstruirovanie lit'evykh press-form v 130 primerah* [Construction of molds in 130 examples]. Occupation, 2006. 336 p.

7. Panteleev A.P. *Spravochnik po rekonstruirovaniju osnastki dlja pererabotki plastmass* [Handbook on reconstructing equipment for plastics processing]. Engineering, 1986. 399 p.

8. Kozhenkov V.T. *Opyt proizvodstva press-form s ADEM* [Experience of molds' production with ADEM]. All-Russian Research Institute of Interbranch Information - A federal information-analytical center of the defense industry, 2004. no. 4, 81 p.

*Першин Николай Сергеевич (Россия, г. Белгород) – директор ООО «Инновационно прикладные системы» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: pershin26@yandex.ru).*

*Чепчуров Михаил Сергеевич (Россия, г. Белгород) – доктор технических наук, профессор БГТУ им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: avtpost@mail.ru).*

*Pershin Nikolay Sergeevich (Russian Federation, Belgorod) – the director of LLC «Innovative application systems» (308012, Belgorod, Kostyukova st. 46. e-mail: pershin26@yandex.ru).*

*Chepchurov Mikhail Sergeevich (Russian Federation, Belgorod) – doctor of technical science, professor of BSTU named after V.G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova st. 46. e-mail: avtpost@mail.ru).*

УДК 550.3

## НЕОБХОДИМОСТЬ АКТУАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Р.С. Федюк, П.Г. Козлов, А.В. Мочалов, А.М. Тимохин  
Дальневосточный федеральный университет, Россия, г. Владивосток.

**Аннотация.** В данной статье исследованы природно-климатические условия, влияющие на формирование водно-теплового режима грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог на территории юга Дальнего Востока. Авторами выявлены связи и закономерности изменения критериально принятых в ранее выполненных исследованиях природно-климатических условий, определяющих распространение признаков геокомплексов в пределах границ дорожно-климатических зон. Обозначены установленные несоответствия в территориальном делении дорожно-климатических зон, достаточно условно выделенных в действующих нормах проектирования автодорог. Эскизно, с учетом факторов зонального, интразонального и регионального характера на территории исследования назначены линии границ дорожно-климатических зон.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожно-климатическое районирование, климат, рельеф, юг Дальнего Востока, почвогрунт.