

С целью увеличения предела текучести для соответствия стандарту по механическим свойствам (показатель пластичности  $R_m/R_e$ ) была проведена вторая эстафета плавки № 2, в которой был увеличен градиент между температурой перед ТМВ и температурой самоотпуска в зоне виткообразователя. Режимы двухстадийного охлаждения арматуры эстафеты № 2 представлены на рис. 2. Как видно из рис. 2, температурный градиент увеличился на 68,32 °С. Положительных результатов также достигнуто не было.

После проката эстафет двух плавок № 1, 2 и, проанализировав полученные результаты механических испытаний, которые не соответствуют требованиям израильского стандарта, было принято решение скорректировать химический состав стали в сторону уменьшения легирующих элементов, а именно снижено содержание Nb и углеродного эквивалента – плавка № 3 (см. таблицу). Все результаты механических испытаний после производства плавки № 3 (см. таблицу) соответствуют требованиям израильского стандарта SI 4466-3:2013.

Таким образом, разработан химический состав стали, позволяющий получить механические свойства арматуры S-500WC в соответствии с SI 4466-3 с использованием микролегирования ниобием взамен ванадия.

На основе данного химического состава разработаны температурно-скоростные параметры производства арматуры S-500WC – профиля № 8, 12, 14, 16, микролегированной ниобием.

Выявлены основные факторы, влияющие на механические свойства арматуры S-500WC микролегированной ниобием, такие как температура конечной деформации, способ водяного распределения и охлаждения в водяных камерах, температура самоотпуска.

#### Литература

1. Yue S. and Jonas J. J. The three critical temperatures of steel rolling and their experimental determination. *Materials Forum*, 14, 1990. – P. 245–252.
2. Irvine K. J., Pickering F. B. and Gladman T., *J. Iron Steel Inst.*, 205 (1967). – P. 161–182.
3. Speich G. R. [et al.], in “Phase Transformations in Ferrous Alloys”, ed. A. R. Marder [et al.], (TMSAIME, Warrendale, PA, USA, 1984) – P. 341–390.

УДК 624

## **К ВОПРОСУ О НОВЫХ МАТЕРИАЛАХ**

**И. Н. Плющевский, Е. А. Бородавко**

*Государственное научное учреждение «НИЭИ Минэкономики  
Республики Беларусь», г. Минск*

Необходимость повышения эксплуатационной надежности и срока службы изделий различных отраслей промышленности, работающих в условиях той или иной степени экстремальности (температура, агрессивные среды, эрозионное воздействие), ставит задачу разработки новых материалов.

Зачастую предприятие интересуется новым материалом, как правило, в виде изделия, готового непосредственно для использования в производстве. В условиях, например, предприятий Министерства промышленности Республики Беларусь (далее – Минпром) говорить о новом материале требуемой функциональности можно, как правило, только как об изделии. Непосредственно материал как сырье или полуфабрикат, из которого изготавливается та или иная деталь или изделие, в случае металла

зачастую является импортной продукцией с требуемым соответствием ГОСТу. Тогда к новым следует относить изделие на металлической основе, сформированное определенным технологическим воздействием на материал с последующим созданием различных покрытий и слоев, повышающих свойства. Однако новым оно может быть, если применялся новый состав наносимого вещества, ранее нигде не использованного. Если же использовалось покрытие известного состава, то говорить о таком изделии (материале) можно как о видоизмененном или новом в пределах данного производства для конкретной детали.

В целом судить о возможностях организации производства новых материалов различного функционального назначения на предприятиях можно через призму актуальных технологических задач, а также задач импортозамещения.

Так, организациями и предприятиями Республики Беларусь различной ведомственной подчиненности<sup>1</sup> формируются запросы по созданию новых технологий и решению проблемных вопросов и сводятся в Межотраслевой задачник [1]. Анализ сформированных на 2020 г. запросов организаций Минпрома, направленных на получение от сторонних исследовательских организаций проработанных предложений, показал, что менее трети из них можно отнести сугубо к новым материалам и технологиям. То есть предприятия Минпрома, деятельность которых во многом связана с технологиями металлообработки и электротехнической продукции, не заинтересованы в разработке новых материалов как основных для своих производств.

Степень потребности производств в изделиях из новых материалов также косвенно можно оценить из задач импортозамещения. Так, Минпромом в рамках Схемы импортозамещения формирует перечень товарных позиций ТН ВЭД. Приблизительно по 70 % товарных позиций (360 наименований) продукция в целом не выпускается. При этом как таковых изделий из новых материалов не встречается, но отмечается ряд позиций (около 35 наименований), в которых гипотетически могут находиться изделия из новых материалов с иным химическим составом или с более высокими свойствами после воздействия определенными технологиями. В любом случае в настоящий момент невозможно прогнозировать вероятность использования тех или иных новых материалов и технологий при отсутствии производства соответствующей продукции.

В Республике Беларусь промышленность в большей степени имеет общемашиностроительный характер; металлические материалы как самостоятельный продукт либо как составная часть композита в большинстве своем является импортным товаром, а промышленность Республики Беларусь во многом – металлообрабатывающей. Вместе с тем, рассматривая вопрос организации производств новых материалов, разрабатываемых отечественными научными учреждениями, следует исходить из их востребованности и возможностей промышленного сектора. С этой целью проводился опрос предприятий Минпрома (21 респондент) и в целом можно резюмировать следующее.

*Во-первых*, установлено, что наиболее важными направлениями инновационной деятельности респонденты считают «разработку новых технологий производства своей традиционной продукции», а затем уже «разработку новых технологий производства своей новой продукции» (но в целом они практически находятся на одной ступеньке актуальности). Далее следуют такие направления, как «частичная модер-

---

<sup>1</sup>Министерство промышленности, Министерство энергетики, Министерство архитектуры и строительства, Министерство здравоохранения, концерн «Беллегпром», концерн «Белнефтехим», концерн «Беллесбумпром».

## 82 Секция 2. Современные материалы, наноматериалы в машиностроении

низация существующих технологических систем» и «адаптация закупаемого зарубежного оборудования/технологии». Можно констатировать недостаточную заинтересованность производственных организаций в разработках и внедрении новых материалов и технологий их обработки, что экстраполируется на отсутствие намерений у них производить новые материалы или изделия из них.

*Во-вторых*, в части перспективного использования новых материалов или изделий большинство предприятий не считают целесообразным собственное их производство и не видят ни заинтересованности, ни необходимости самим осваивать новый материал и, соответственно, перестраивать технологические участки с последующей постановкой продукции на производство на основе переданной технологии. Для себя они считают актуальным приобретение готового оборудования для выпуска продукции, отвечающего необходимым требованиям предприятия, независимо от страны происхождения.

*В-третьих*, предприятия не готовы организовывать собственное производство интересующих материалов при недостаточной мощности опытно-промышленных участков организаций-разработчиков.

*В-четвертых*, из 21 опрошенного предприятия более половины (13 респондентов) в области новых материалов совместными исследованиями и разработками со сторонними организациями не занимаются.

*В-пятых*, наибольшая заинтересованность предприятий Минпрома сводится к традиционным конструкционным и инструментальным материалам. При этом подавляющая часть респондентов сфокусирована на приобретении и использовании новых материалов в своем производстве, нежели на их разработке и производстве на собственном предприятии. Общие тенденции потребностей респондентов следующие:

- конструкционные детали и изделия, сформированные методом порошковой металлургии;
- инструмент с износостойкими покрытиями;
- твердые сплавы (из карбидов вольфрама, титана и др.);
- биметаллические материалы;
- сверхтвердые композиты на основе нано- и микропорошков кубического нитрида бора и алмазов для лезвийного и абразивного инструмента;
- конструкционные керамические материалы;
- стали и сплавы с нанесенными функциональными покрытиями различного назначения;
- общие конструкционные материалы.

Узкофункциональные и интеллектуальные материалы интересуют респондентов в единичных случаях, имеют весьма ограниченное применение и не носят критического уровня в потребностях, когда следует задумываться о собственном производстве для собственных нужд.

*В-шестых*, у большей части производственных предприятий Минпрома (около 2/3 респондентов) не имеется неудовлетворенных потребностей в новых материалах.

Также по средствам опроса были установлены факторы, в наибольшей степени препятствующие внедрению на производственные предприятия отечественных разработок в области новых материалов и технологий, а именно:

- высокие затраты на разработку новых материалов и изделий из них, новых технологических процессов в действующем производстве;

- высокая доступность соответствующих зарубежных материалов, оборудования и технологий (в первую очередь китайских), готовых к непосредственному использованию и эксплуатации и по более низким ценам;
- длительные сроки окупаемости.

Можно предположить, что если не будут найдены пути снижения затрат на разработки и получение результата высокого конкурентного качества, то продолжится ориентированность промышленного сектора на закупку соответствующей зарубежной продукции.

Дополнительно проводилась работа по выявлению факторов, препятствующих, по мнению научно-исследовательских частей (далее – НИЧ) учреждений Министерства образования Республики Беларусь (далее – Минобразования), внедрению отечественных разработок в области новых материалов и технологий. В качестве основных установлены:

- высокие затраты на разработку новых материалов и изделий из них, на внедрение новых технологических процессов;
- недостаток собственных средств для разработки и освоения.

Это в целом согласуется с мнением предприятий Минпрома. Вместе с тем наблюдается явный диссонанс в ответах, касающихся пункта о «высокой доступности соответствующих зарубежных материалов, оборудования и технологий, готовых к непосредственному использованию и эксплуатации и по более низким ценам». Если для предприятий Минпрома это она одна из основных, то с точки зрения НИЧ учреждений высшего образования данный фактор не принципиален. Следовательно, очевидна меньшая осведомленность научных подразделений о конкурентной зарубежной продукции. Это банально подчеркивает отсутствие рабочей взаимосвязи между реальным и научным секторами экономики. Отсюда вытекает и невосприимчивость предприятий-партнеров к новым материалам, которая, по мнению учреждений Минобразования, является одной из существенных причин. С учетом этого и принимая во внимание сложности вывода и реализации новой продукции на рынке, вероятность создания новых производственных участков области новых материалов на предприятиях Минпрома крайне ограничена.

Таким образом, предприятия Минпрома не заинтересованы в производстве новых материалов-изделий на собственной территории, а также не считают целесообразным производство при недостатке мощностей опытных производств у организаций разработчиков. Также не было получено положительных ответов на целесообразность формирования отдельного производственного предприятия или участка для каких-либо материалов или изделий. Перспективу в использовании или оценке применения предприятия видят в приобретении соответствующего оборудования для своих целей или новых материалов (изделий), производимых сторонними организациями-разработчиками.

#### Л и т е р а т у р а

1. Межотраслевой задачник: Запросы организаций и предприятий Республики Беларусь по созданию новых технологий и решению проблемных вопросов в 2020 году. – Режим доступа: [http://imu.icm.by/files/Zadachnik\\_2020.pdf](http://imu.icm.by/files/Zadachnik_2020.pdf). – Дата доступа: 02.10.2020.