

УДК 621.777

## **О НЕОБХОДИМОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

Жумабоев Улугбек Комилжон Угли, студент гр. Т11О-401Б-20, IV курс  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования "Московский авиационный институт  
(Национальный исследовательский университет)"  
г. Москва

Известно, что техническое регулирование представляет собой правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам и производствам, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия. Федеральный закон "О техническом регулировании" № 184 ФЗ предусматривает опубликование документов о разработке, обсуждении и экспертной оценке проектов технических регламентов, проектов законодательных и иных нормативных правовых актов о технических регламентах, а также уведомлений о национальных стандартах [1]. Федеральный закон регулирует отношения, возникающие при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации; разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и оценке соответствия. Закон также определяет права и обязанности участников регулируемых настоящим Федеральным законом отношений [1].

На современном этапе, при производстве тонкостенных профилей, изготовленных, в частности, в соответствии с требованиями ГОСТ 22233-2001 [2] сложилась парадоксальная ситуация. Строительные организации все активнее используют профили из алюминиевых сплавов системы алюминий-магний-кремний, изготовленные методом горячего прессования и предназначенных для применения в светопрозрачных ограждающих конструкциях зданий и сооружений.

Что касается производителей профилей, то при изготовлении матриц для горячего прессования они стремятся работать в зоне "минусовых" допусков на размеры. Это обусловлено двумя факторами. В первую очередь про-

фили, изготовленные на матрице с минусовым допусками на размеры имеют меньший удельный вес, меньшую площадь поперечного сечения и, следовательно, меньшую себестоимость изготовления. Фактор себестоимости в данном конкретном случае является наиболее важным аргументом. Дело в том, что на современном этапе, когда стоимость материалов существенно возросла, расходы на материалы составляют порядка 70-80 % от всей себестоимости продукции.

Вторая причина использования процесса прессования профилей в области отрицательных допусков на размеры заключается в том, что производитель, зная об интенсивном износе очка матрицы, изготавливает изначально матрицы для прессования с размерами очка с "минусовыми" допусками с тем, что бы после выпуска определенной партии профилей и износа очка матрицы провести его восстановление методом перешлифовки. Естественно, что при этом реальные размеры очка матрицы увеличиваются, но они не должны превышать номинальных размеров с учетом "плюсовых" допусков.

В результате этой ситуации возникает то, что изготовленные при помощи такой оснастки алюминиевые профили представляют проблему строительным и производственным организациям при их последующей эксплуатации. Вместо необходимой жесткой конструкции профили не имеют достаточного запаса прочности. Они легко гнуться, например, при креплении последних к силовым элементам каркаса здания с помощью простого строительного степлера. Металл при этом не пробивается закаленной скобой, а изгибается или сминается. При этом деформируется какая-либо определенная часть профиля. Кроме того, тонкие стенки профилей не могут в процессе своей эксплуатации удерживать светопрозрачные конструкции зданий и сооружений.

Например, для толщины стенки и полки до 1,5 мм по ГОСТ 22233-2001 предельные отклонения по толщине составляют до - 0,20 мм. Таким образом, при номинальной толщине полки профиля 1,0 мм, минимальный размер толщины полки в соответствии с ГОСТ 22233-2001 может составлять 0,8 мм [2]. При силовой нагрузке на удлиненную полку происходит ее изгиб или смятие. Поведенные реальные эксперименты показали, что выполнение одновременно со всеми "минусовыми" допусками на размеры для прессованных изделий из сплава АД31 (химический состав по ГОСТ 4784-97) не только снижает жесткость их конструкции, но и не дает возможность крепить с помощью этого профиля какие либо строительные или отделочные материалы.

Возникает определенное противоречие между изготовителями продукции и их заказчиками. С одной стороны, производители не нарушают никаких регулирующих документов (в первую очередь требования ГОСТ 22233-2001), с другой стороны производимая ими продукция не может поменяться заказчиками. Все это приводит к длительным судебным тяжбам между производителями и заказчиками с выяснением причин противоречий.

Предложение производить профили исключительно по номинальным размерам практически не реализуемо, так как всегда должен существовать некоторый диапазон варьируемых размеров. В противном случае оснастку с

точно заданными исполнительными размерами практически изготовить становиться невозможно.

Другая проблема, которая возникает при рассмотрении исследуемого вопроса заключается в интенсивном износе матриц за счет нарушений температурного режима, а именно понижения температуры деформируемого материала и значительного повышения температуры материала матрицы в рабочей зоне. В данной проблеме можно выделить несколько факторов, влияющих на оптимальную температуру деформируемого материала и материала матрицы:

1. Захолаживание слитка ведет к уменьшению температуры деформируемого материала и повышению его сопротивления деформированию. В итоге это также способствует более интенсивному износу матриц и требует большего количества перешлифовок для восстановления изношенного калибрующего пояска прессовой матрицы.

2. Подогрев контейнера обычно ведется до температур ниже температуры нагрева слитка системой трубчатых электрических нагревателей (ТЭНов), установленных в среднюю или внешнюю втулку контейнера горизонтального прессы. Для управления системой нагрева используется простейшая система отключения ТЭНов при достижении предельной температуры подогрева контейнера. Это приводит к ситуации, когда контейнер охлаждается и температура подогрева слитков падает.

3. Наличие температурного эффекта деформации. Были проведены расчеты по эмпирическим формулам и проведено математическое моделирование поведения температурного поля при истечении различных групп алюминиевых сплавов при формировании сложных тонкостенных профилей прессованием. Установлено, что температурный эффект деформации составляет порядка 45-60 °С, однако проблема состоит в том, что его учет ведется исключительно для деформируемого материала. Также и в технической литературе про дополнительный разогрев матрицы при ее непрерывной работе за счет постоянного трения и температурного эффекта деформации ничего не говорится. Однако, увеличение температуры матрицы для прессования в процессе ее эксплуатации ведет к снижению ее стойкости и дополнительному интенсивному износу и требует большего количества перешлифовок, увеличивающих величину предельно допустимых отклонений исполнительных размеров очка матрицы [3, 4].

Для решения проблемы поддержания адекватной температуры нагрева ТЭНов прессовых установок можно использовать системы управления температурными режимами по аналогии с разработанными системами для управления температурными режимами работы термокомпрессионного оборудования [5] или по аналогии с автоматизированными системами управления экструзионными установками [6].

Основной проблемой работы автоматизированных систем является проблема инертности. Проблема инерционности автоматизированной системы связана с инерционностью нагревательной системы. Для решения этой

проблемы существует два возможных направления модификации систем управления:

- использование цифровых экстрополяционных алгоритмов, основанных на экспериментальном снятии фактических характеристик хода рабочих органов экструзионных установок при воздействии тока в зависимости от его силы и длительности воздействия (наиболее эффективно с точки зрения преодоления инерционности системы) [7];
- применение широтно-модульную модуляции (ШИМ) для управления подачей тока на ТЭН с целью уменьшения интенсивности нагрева при достижении предельных значений требуемой температуры.

Метод ШИМ в настоящее время активно применяется для контроля подаваемых напряжения и тока [7]. В качестве несущего колебания служит периодическая последовательность прямоугольных импульсов, а информационным параметром, связанным с дискретным модулирующим сигналом, является длительность этих импульсов [8].

Совместным использованием двух вышеперечисленных методов проблемы инертности автоматизированных систем управления температурными параметрами деформирования могут быть легко решены [9].

Применение данных измерительно-управляющих систем совместно с использованием других известных систем и алгоритмов позволит снизить износ калибрующего пояса матриц за счет повышения сопротивления деформированию с одной стороны и за счет устранения длительного перегрева материала самой матрицы для прессования. В итоге, все это позволит решить ряд проблем, возникающих перед производителями тонкостенных прессованных профилей из алюминиевых сплавов для нужд машиностроительной, авиационной и строительной отраслей отечественной экономики.

Еще одной проблемой, которая постоянно возникает при реализации процессов прессования тонкостенных профилей является несбалансированность объемов производства на разных операциях технологического процесса. Это объясняется различной производительностью оборудования, применяемого на разных операциях производственного процесса. Наличие разной производительности приводит к возникновению неоправданно высоких объемов полуфабрикатов как межоперационного запаса перед менее производительными операциями. Одним из методов анализа дисбаланса производительностей и избыточного накопления межоперационных запасов является имитационное моделирование производственного процесса [10, 11]. Были выполнены исследовательские работы по моделированию технологического процесса производства тонкостенных профилей с развитой поверхностью для нужд строительной отрасли в условиях крупносерийного производства. В качестве программной среды имитационного моделирования производственных процессов прессования тонкостенных профилей была выбрана программа AnyLogic. Данная программная среда является продуктом российского разработчика и по своим функциям ничем не уступает зарубежным аналогам [12].

В рамках проведения имитационного моделирования производственного процесса прессования тонкостенных профилей в программе AnyLogic была разработана модель прессового цеха, расставлено, в соответствии с реальным прототипом основное и вспомогательное производственное оборудование, определены расстояния между участками, определены основные логистические потоки сырья и заготовок, материалов, полуфабрикатов, незавершенного производства и определена интенсивность изучаемых потоков. Моделированием в программе AnyLogic были установлены "узкие" места производственного процесса, определены объемы и места хранения избыточных межоперационных запасов. По результатам проведенных исследований, а именно моделирования производственного процесса прессования тонкостенных профилей, были разработаны научно обоснованные рекомендации по необходимости принятия специальных мер, которые неизбежно приведут к снижению уровней неоправданно избыточных запасов.

### **Заключение**

В заключении необходимо отметить, что единственный выход из сложившейся ситуации заключается в дополнительном техническом регулировании, которое обяжет производителей тонкостенных профилей работать только в зоне положительных предельно допустимых отклонений на номинальные размеры. Безусловно, это приведет к утяжелению веса конструкций, повышению норм расхода основных материалов и, следовательно, увеличению себестоимости продукции.

Если решение проблемы нарушений температурных режимов в эксплуатации прессовой оснастки, приводящие к ее интенсивному ремонту, могут быть решены силами самих производственных предприятий, то решение проблемы технического регулирования путем внесения поправок в регламентирующие документы возможно только в рамках всей отрасли.

### **Список литературы:**

1. Федеральный закон Российской Федерации № 184 ФЗ "О техническом регулировании" от 27 декабря 2002 года. Издание официальное. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102079587>. Дата обращения 02 марта 2024 года.
2. ГОСТ 22233-2001. Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия. Госстрой России. Издание официальное. М.: Стандартинформ. 2004. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200029269?section=text>. Дата обращения 02 марта 2024 года.
3. Загиров Н.И., Константинов И.Л., Иванов Е.В. Основы расчетов процессов получения длинномерных металлоизделий методами обработки металлов давлением. М.: Инфра-М, 2018, 311 с.
4. Каргин В.Р., Каргин Б.В., Арышенский Е.В. Технология прессования профилей из легких сплавов. Самара: Изд-во СГАУ, 2012. 54 с.

5. Жаров М.В. Информационно-измерительная система для управления производственным процессом на термокомпрессионном технологическом оборудовании // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 63. – с. 116-121. doi: 10.21667/1995-4565-2018-63-1-116-121

6. Гаврильев А.Л., Берчук Д.Ю., Журавлев Д.В. Автоматизированная система управления экструзионной установкой. Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции. Томск: Томский политехнический университет. 2014. с. 321-322.

7. Жаров М.В., Преображенский Е.В. Контроль технологических параметров процесса штамповки оребренных панелей: использование средств измерений и численного моделирования. Измерительная техника. 2023. № 10. с. 41-48. doi: doi.org/10.32446/0368-1025it.2023-10-41-48

8. Шевцов Д. А., Полетаев А. С. Многофазные широтно-импульсные модуляторы для устройств с многоканальным принципом преобразования электроэнергии // Вестник МАИ. 2018. № 1. с.180-189.

9. Жаров М.В. Система автоматизированного управления работой термоупругих прессов: решение проблемы инерционности системы // Автоматизация в промышленности. 2021. № 4. с. 31-36. doi: 10.25728/avtprom.2021.04.07

10. Жаров М.В. Моделирование оптимизации для организации производств цехов машиностроения в программной среде AnyLogic // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2020. № 71. с. 151-161. doi: 10.21667/1995-4565-2020-71-151-161

11. Кокарева В.В., Смелов В.Г., Шитарев И.Л. Имитационное моделирование производственных процессов в рамках концепции "бережливое производство" // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2012. № 3 (34). с. 131-134

12. Жаров М.В. Имитационное моделирование производственной среды цехов механической обработки // Автоматизация в промышленности. 2020. № 5. с. 34-37. doi: 10.25728/avtprom.2020.05.07