

УДК 676.024.45

**А.П. Руденко**

Сибирский государственный технологический университет

Руденко Анатолий Павлович родился в 1941 г., окончил в 1969 г. Сибирский технологический институт, доктор, профессор, заведующий кафедрой технологии конструкционных материалов и машиностроения Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 100 научных работ в области гидродинамики волокнистых суспензий и принудительного формования изделий из них.  
E-mail: tolyrudenko@yandex.ru



## **О КЛАССИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ ФОРМОВАНИЕМ**

Предложена классификационная система, используя которую можно значительно ускорить процесс разработки конструкции и технологического процесса для принудительного формования изделий определенного функционального назначения.

*Ключевые слова:* волокнистая суспензия, классификационная система, жесткость, композиционный состав, ориентация волокон, принудительное формование, тарное изделие, функциональное назначение.

В результате детального анализа существующих технологических процессов производства формованных изделий и областей их использования стала реально разрешимой задача по созданию классификационной системы, в основу которой в качестве отличительных признаков были положены степень качества и точность исполнения.

Следует отметить, что точность исполнения формованных изделий увеличивается от 1-й до 5-й группы. При использовании данной классификационной системы появляется возможность значительно ускорить разработку конструкций формующих установок и технологических процессов изготовления формованного изделия определенного функционального назначения.

Изделия, получаемые формованием волокнистых суспензий, находят применение в различных отраслях промышленности [4, 5]. Их функциональное назначение многообразно: от различных видов упаковки одно- и многоразового использования до уникальных деталей и узлов радиотехнических устройств и изделий специального назначения [5, 6].

Принципиально похожие технологические процессы производства формованных изделий при детальном рассмотрении имеют существенные отличия, своевременный учет которых позволяет достичь требуемого качества при минимальных материальных и энергетических затратах. Практика получения подобных изделий принудительным формованием предполагает использование следующих основных технологических процессов: формование

без дозировки объема волокнистой суспензии с возвратом фильтрата, полученного при формовании, обратно в емкость с волокнистой суспензией; литье с дозировкой объема волокнистой суспензии мерным стаканом из заборной емкости без возврата фильтрата в емкость; литье с дозировкой объема волокнистой суспензии из отдельной емкости без возврата фильтрата.

Как показывает практика, модернизация существующих и создание новых технологических процессов производства формованных изделий при наличии соответствующей теоретической и практической базы становится эффективно реализуемой задачей, как правило, при наличии комплекса новационных инженерных решений.

В связи с этим вполне актуальной и своевременной представляется задача создания классификационной системы изделий, получаемых принудительным формованием волокнистых суспензий различного композиционного состава.

В данной работе предпринята первая попытка предложить подобную классификационную систему, не исключая в дальнейшем совершенствование, внесение необходимых поправок и уточнений.

Наиболее удачной и приемлемой является классификация по качеству формованных изделий принудительного формования.

Основными исходными отличительными признаками, определяющими структуру классификационной системы по качеству, были приняты функциональность каждой конкретной группы изделий и необходимая точность исполнения.

Качество формованного изделия определяется следующими основными характеристиками: масса, композиционный и фракционный состав; удельная прочность и жесткость; равномерный просвет или наличие определенной ориентации волокон в структуре; специальные физические или химические свойства.

По мере повышения качества формованных изделий увеличивается как абсолютное количество вышеуказанных характеристик, так и ужесточение их значений, что регламентируется соответствующими техническими условиями или ГОСТами в зависимости от группы функционального назначения каждого изделия.

Классификационная система может быть представлена в следующем виде (табл. 1).

Практический аспект использования предлагаемой классификационной системы нуждается в соответствующих комментариях. Так, для 1-й группы изделий характерным является то, что их общее функциональное назначение предполагает наличие обыкновенной степени качества, заключающейся в соответствии оформленному товарному виду, регламентированном определенными прочностными показателями и нормальном по точности исполнения как изделия в целом, так и его отдельных элементов.

К этой группе относятся тарные изделия, а также корпусные детали для транспортировки и хранения пищевых продуктов, товаров ширпотреба, изделий промышленного назначения, предметов бытового использования и др. Нормальная точность исполнения изделий предполагает предельные отклонения основных размеров ( $\pm 1 \dots 3$  мм).

Таблица 1

**Классификационная система изделий,  
получаемых путем принудительного формования волокнистых суспензий**

Номер группы	Функциональное назначение изделия	Степень качества	Исполнение по точности	Другие отличительные признаки
1	Общее	Обыкновенные	Нормальное	Товарный вид
2	Специальное	Качественные	Точное	Достаточная жесткость и прочность
3	Специализированное	Качественные	Точное	Герметичность с нормальной утилизацией
4	Комбинированное	Высококачественные	Высокоточное	Сочетаемость с различными материалами
5	Целевое	Особо высококачественные	Прецизионное	Соответствие ГОСТ (ТУ) по размерам и структуре

К макро- и микроструктуре изделий данной группы требования специального характера не предъявляются. В подавляющем большинстве случаев изделия на заключительной стадии подвергаются нанесению наружного облагораживающего слоя или операции ламинирования.

Связь между точностью и пределами изменения отклонений размеров формованных изделий отражают данные табл. 2.

К изделиям 2- и 3-й групп в отношении точности исполнения предъявляются одинаковые требования, однако имеются и отличительные признаки. Так, для изделий 2-й группы (а это преимущественно детали различных машин) определяющими признаками надежности и долговечности являются удельные прочность и жесткость исполнения. Изделия 3-й группы, кроме жесткости и прочности, по истечении сроков использования должны обладать свойством достаточно надежно подвергаться утилизации или консервации (захоронение).

Таблица 2

**Степень точности и пределы изменения отклонений размеров  
формованных изделий**

Номер группы	Степень точности	Пределы отклонений, мм
1	Нормальная	$\pm 1 \dots 3$
2	Точная	$\pm 1,0$
3	Точная	$\pm 1,0$
4	Высокоточная	$\pm 0,5$
5	Прецизионная	$\pm 0,01 \dots 0,001$

Технологические процессы формования изделий обеих групп в обязательном порядке включают операции специальной обработки волокнистых суспензий, а также использования определенных композиций в целях достижения требуемых показателей удельной прочности и жесткости.

Формованным изделиям 4-й группы присуще многообразие композиций, а также сочетание различных технологических операций для получения продукции со специальными свойствами (огнестойких, влагопрочных, с определенными аэродинамическими или акустическими свойствами, с рабочим наружным слоем специального функционального назначения и др.).

Для изделий 5-й группы характерным функциональным назначением является их целевое использование, они применяются только для комплектации строго определенных узлов или машин. К изделиям этой группы, например, относятся диффузоры головок прямого излучения электродинамических громкоговорителей. Степень точности исполнения таких изделий прецизионная, так как регламентируемые пределы отклонений толщины корпуса не должны превышать  $\pm 0,01$  мм, а погонных элементарных участков –  $\pm 0,001$  мм.

Кроме этого, особые требования предъявляются к ориентации волокон, которая достигается за счет создания специальных условий в технологическом процессе принудительного формования изделий из волокнистых суспензий различного композиционного состава.

Как было указано ранее, классификационная система изделий, получаемых принудительным формованием волокнистых суспензий различного композиционного состава, призвана, в первую очередь, существенно сократить временные затраты на разработку соответствующего технологического оборудования и технологического процесса получения формованных изделий.

Как это реализуется на практике, покажем на примере изготовления наиболее сложного изделия, относящегося к 5-й группе (функциональное назначение – целевое; исполнение по точности – прецизионное, степень качества – особо высококачественное). Следует отметить, что самая высокая степень качества (особо высококачественная) этого изделия, регламентируется высокими показателями по всем четырем характеристикам качества.

В качестве такого формованного изделия выбран акустический элемент – бумажный диффузор головки прямого излучения. Для производства такого изделия в промышленных условиях необходимо использовать соответствующие технологические оборудование и процесс, что должно гарантировать получение продукции с заданными ГОСТом акустическими параметрами.

Диффузор имеет коническую пространственную форму с переменной толщиной по образующей, убывающей от вершины до основания. Его масса после формования должна находиться в пределах  $(2 \pm 0,1)$  г. Для производства данного изделия используется, как правило, длинноволокнистая суспензия, имеющая невысокий градус помола волокна ( $22 \dots 24^\circ$  ШР) и концентрацию 0,1 %.

В автоматах литья дозированная подача суспензии при формовании выполняется с использованием мерного стакана, что является гарантией получения изделия заданной массы.

Для изготовления готового диффузора с необходимым просветом и определенным расположением волокон в структуре исходная суспензия в процессе формования должна находиться в диспергированном состоянии, что может быть достигнуто только посредством гидродинамической закрутки потока суспензии в литьевом стакане. Такое состояние суспензии достигается, например, при ее подаче под оптимальным давлением в специально сконструированный литьевой стакан с тангенциально расположенными подающими патрубками [2].

Кроме этого, для получения заданных значений неравномерности частотной характеристики, согласно ГОСТ, корпус диффузора по толщине выполняется многослойным (обычно 2-3 слоя). По этой причине необходимо предусмотреть в технологическом процессе операцию послойного формования корпуса изделия с конструктивной для этого проработкой узла формования [3]. И наконец, чтобы иметь необходимую частоту механического резонанса данного изделия следует предусмотреть в конструкции узла формования возможность поддержания различной величины вакуума в подсеточной области при формовании, что позволяет создавать оптимальные условия для получения как корпуса диффузора в целом, так и необходимой толщины его периферийной части [1].

Таким образом, при создании новых или модернизации существующих видов технологического оборудования для производства формованных изделий использование разработанной классификационной системы позволяет существенно упорядочить данный процесс в части использования готовых технических предложений или проведения собственных исследований по поиску принципиально новых инженерных решений.

#### *Выводы*

1. Анализ существующих технологических процессов производства формованных изделий из волокнистых суспензий и достаточно широкой сферы их практического использования позволил создать классификационную систему, в основу которой были положены такие отличительные признаки, как степень качества и точность исполнения.

2. Практическая ценность данной классификационной системы заключается в оперативном определении основных требований к технологическому оборудованию и процессам производства в соответствии с конкретным функциональным назначением проектируемого формованного изделия и (или) определенных его составных конструктивных элементов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 477212 СССР, МКИ D21 j 7/00. Устройство для отлива диффузора / И.Д. Кугушев, О.А. Терентьев, А.П. Руденко, В.Е. Головки (СССР). – № 1959260/29-33; заявл. 18.09.1973; опубл. 15.7.1975, Бюл. № 26. – 2 с.

2. А.с. 485189 СССР, МКИ D21 j 7/00. Устройство для отлива диффузора / И.Д. Кугушев, О.А. Терентьев, А.П. Руденко, В.Е. Головки (СССР). – № 2006824/28-12; заявл. 21.03.1974; опубл. 25.9.1975, Бюл. № 35. – 2 с.

3. А.с. 771230 СССР, МКИ D21 j 7/00. Способ изготовления многослойных изделий / В.Е. Головки, И.Д. Кугушев, А.П. Руденко и О.А. Терентьев (СССР). – № 2652163/29-12; заявл. 31.7.1978; опубл. 15.10.80, Бюл. № 38. – 3 с.

4. Газиев А.Г., Гофрин Э.Б., Хлудцев А.Е. Производство литых изделий из растительно-волокнистых материалов – М.: ГИЗместпром, 1947. – 111 с.

5. Кузьминский Л.С. Целлюлоза, бумага, картон: реферат. информ. – М.: ВНИПИЭИлеспрром, 1973. – № 33. – С. 3–4.

6. Руденко А.П. Теоретические основы и пути совершенствования процессов массоподготовки и принудительного формования изделий из суспензий различного композиционного состава: дис. ... д-ра техн. наук. – Красноярск: СибГТУ, 2001. – 319 с.

Поступила 15.03.10

*A.P. Rudenko*  
Siberian State Technological University

#### **On Classification System of Items Produced by Forced Molding**

The classification system is offered to speed up the process of the structure development and technological process for the forced molding of items of certain functionality.

Keywords: fiber suspension, classification system, stiffness, composite composition, lamination, fiber orientation, forced molding, container item, functionality.

---