

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 конструктивных 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 исключающую 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.
