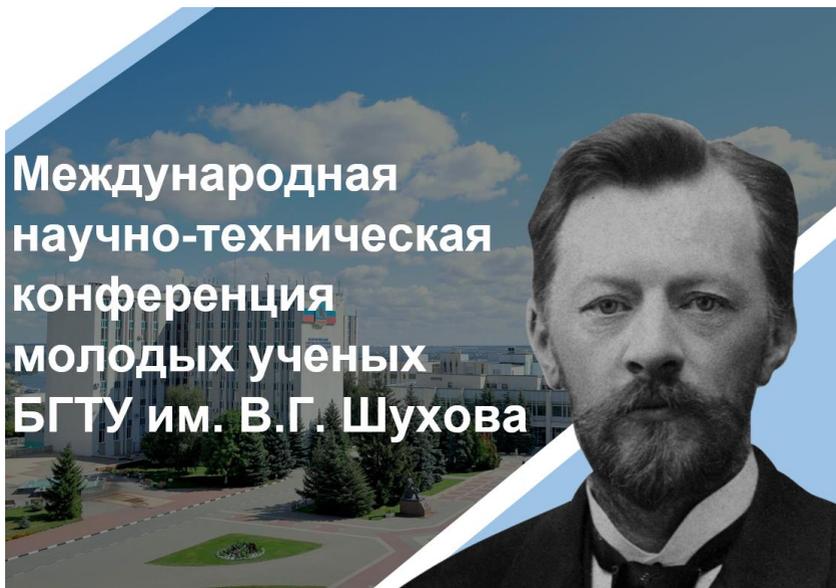


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»



Сборник докладов

Часть 8

**Технологические комплексы, оборудование
предприятий строительных материалов и
стройиндустрии в XXI веке**

Белгород
20-21 мая 2024 г.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48
М 43

**Международная научно-техническая конференция
молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова
[Электронный ресурс]:**
М 43
Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024. – Ч. 8. – 30 с.

ISBN 978-5-361-01330-2

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова.

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48

ISBN 978-5-361-01330-2

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2024

УДК: 625.8

Касьянов А.В.

Научный руководитель: Прокопенко В.С., ст. преп.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОИЗВОДСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОЖНЫХ МАШИН

Использование искусственного интеллекта на производстве: эффективное предиктивное обслуживание для прогнозирования оставшегося срока службы оборудования

В современном мире промышленность стремительно внедряет инновационные технологии, среди которых особое место занимает искусственный интеллект. Этот мощный инструмент предлагает решения, способные революционизировать многие аспекты производства. Опытные эксперты в области технических инноваций неумолимо ищут способы использования ИИ для предсказания оставшегося срока службы оборудования.

Зачем же нужен искусственный интеллект на производстве? Первым и, безусловно, ключевым аргументом является возможность раннего выявления потенциальных проблем с оборудованием. Благодаря анализу больших объемов данных и применению алгоритмов машинного обучения, ИИ способен предсказывать с высокой точностью возможные отказы или поломки оборудования, что позволяет своевременно принимать меры по их предотвращению.

Производственное планирование – еще одна область, в которой искусственный интеллект проявляет себя блестяще. Автоматизация процессов планирования, оптимизация производственных расписаний, прогнозирование потребностей в материалах – все это становится гораздо более эффективным и точным под руководством компетентного ИИ. Система, которая идеально разбирается в своей работе, способна оперативно реагировать на изменения в производственном процессе и обеспечивать максимальную производительность.

Предиктивное обслуживание, основанное на искусственном интеллекте, становится незаменимым инструментом для предприятий, стремящихся снизить затраты на обслуживание оборудования, повысить его надежность и увеличить срок службы. Использование ИИ позволяет осуществлять обслуживание по фактической потребности, не дожидаясь возникновения проблем, что значительно снижает вероятность простоев и аварий.

Искусственный интеллект на производстве – это не только технологический тренд, но и реальная возможность повысить эффективность производства, снизить издержки и обеспечить стабильную работу оборудования. Опытные эксперты не остаются в стороне от этого направления и активно внедряют интеллектуальные системы в промышленные процессы, обеспечивая новый уровень производственной эффективности.

Эксплуатация строительных машин с помощью искусственного интеллекта стала реальностью благодаря развитию сенсорных технологий, машинного обучения и аналитики данных. Сегодня специальные программы и алгоритмы на основе искусственного интеллекта могут предсказывать отказы оборудования, оптимизировать маршруты движения машин, контролировать уровень износа запчастей и многое другое.

Одним из ключевых преимуществ использования искусственного интеллекта в эксплуатации дорожных машин является повышение производительности и эффективности работ. Автоматизированные системы могут работать круглосуточно без перерывов, сокращая время на выполнение задач и снижая риски человеческого фактора. Это позволяет значительно увеличить объем выполненных работ за короткий промежуток времени.

Безопасность также остается одним из приоритетов при использовании искусственного интеллекта в эксплуатации дорожных машин. Системы мониторинга и предсказания помогают предотвращать аварии и нештатные ситуации, уведомляя операторов о возможных проблемах заранее. Это способствует снижению вероятности происшествий и обеспечивает безопасность как работников, так и окружающих.

Важно отметить, что использование искусственного интеллекта в эксплуатации дорожных машин требует не только высоких технологических знаний, но и компетентного обучения персонала. Эксплуатация и обслуживание автоматизированных систем требует специальных навыков и постоянного мониторинга их работы.

Таким образом, использование искусственного интеллекта в эксплуатации дорожных машин – это неотъемлемая часть современной индустрии строительства, способствующая повышению эффективности, безопасности и качества выполняемых работ. Правильное внедрение и использование таких технологий позволяет улучшить результативность бизнеса и сделать процессы строительства более прозрачными и управляемыми.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пять примеров успешного использования ИИ на производстве [Электронный ресурс] Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL <https://habr.com> (дата обращения: 13.05.2024)
2. Использование ИИ на производстве [Электронный ресурс] Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL <https://adeptik.com> / (дата обращения: 13.05.2023)
3. ИИ в помощь дорожно-транспортному комплексу – аспекты развития ИТС [Электронный ресурс] Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL <https://dorinfo.ru> /дата обращения: (13.05.2023)
4. Комаров Н.М. Пащенко Д.С. Применение технологий искусственного интеллекта в инновационной деятельности промышленных предприятий.: Изд. Вестник Евразийской науки 2023. №6 127с
5. Венцель, Е. С. Повышение эффективности эксплуатации строительных и дорожных машин обеспечением рациональных сроков службы рабочих жидкостей гидроприводов / Е. С. Венцель, А. В. Орел // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 3. – С. 166-168. – EDN SGFEFL.
6. Лымарь, И. А. Конструкции наземных транспортно-технологических машин : Конспект лекций 6 семестр / И. А. Лымарь, Т. Н. Орехова, В. С. Прокопенко. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – 133 с. – EDN VIVLUS.
7. Ткаченко, Д. А. Методы диагностики гидравлических систем строительно-дорожных машин / Д. А. Ткаченко, А. С. Лавров // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова, Белгород, 16–17 мая 2023 года. Том Часть 12. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 380-382. – EDN ZNMZAX.

Касьянов А.В.

*Научный руководитель: Прокопенко В.С., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РОБОТИЗАЦИЯ СВАРКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Роботизация в сварочном производстве является одним из ключевых трендов современной промышленности, особенно в области автомобильного производства. Она позволяет увеличить производительность, повысить качество сварочных соединений, снизить расходы на ручной труд и обеспечить повышенную безопасность рабочей среды. Особенно важным является использование роботизации в среде защитных газов, так как это оптимизирует процесс сварки и обеспечивает идеальные условия для получения качественных швов.

Для достижения высокой точности роботизации сварки необходимо учитывать несколько ключевых аспектов. В первую очередь, важно правильно подобрать оборудование и программное обеспечение, которые соответствуют требованиям конкретного производства. Тщательная калибровка робота и использование точных датчиков позволяют достичь высокой точности и повторяемости сварочных операций.

Кроме того, не менее важную роль играет обученный персонал, способный правильно настраивать и обслуживать оборудование, а также программировать роботов для выполнения конкретных задач. Регулярное обновление профессиональных навыков сотрудников и внедрение передовых технологий позволяют добиться оптимальных результатов в процессе роботизации сварки.

Роботизация сварки при производстве дорожной техники приводит к ряду значительных выгод и перспектив:

1. Повышение качества сварочных работ: Роботы обеспечивают более точное и однородное нанесение сварочных швов, что ведет к улучшению качества конечного продукта. Это особенно важно при производстве дорожной техники, где качество сварочных соединений напрямую влияет на безопасность и надежность машин.

2. Увеличение производительности: Автоматизированные роботы способны работать круглосуточно без перерывов, что позволяет значительно увеличить производственные мощности и сократить время на изготовление деталей и узлов для дорожной техники.

3. Снижение затрат на трудовые ресурсы: Использование роботов для сварочных работ позволяет снизить зависимость от квалификации и физической выносливости работников, что в свою очередь сокращает затраты на обучение и персонал.

4. Минимизация рисков и повышение безопасности: Роботы обладают точными алгоритмами работы, что исключает возможность человеческих ошибок и снижает риск возникновения аварийных ситуаций в процессе сварки. Это значительно повышает уровень безопасности на производстве.

5. Гибкость и адаптивность: Роботы могут легко приспосабливаться к различным типам сварочных работ и выполнять их с высокой точностью и скоростью. Это позволяет быстро реагировать на изменения в производственных процессах и повышает гибкость производства.

Роботизация сварки в производстве строительных и дорожных машин представляет собой современное и эффективное решение, способствующее улучшению качества продукции, повышению производительности, снижению затрат и обеспечению безопасности на производстве. Внедрение роботизированных систем сварки становится все более востребованным и перспективным направлением развития в промышленности.

Роботизация в сварочном производстве, особенно в среде защитных газов, является важным шагом к улучшению производственных процессов и повышению качества выпускаемой продукции. Соблюдение правильных методов и технологий позволит добиться точной и эффективной роботизации сварки, включая сварку кузова автомобиля.

Распространение промышленных роботов в сварочном производстве – одно из ключевых направлений современной технологической эволюции, которое преобразует промышленность и меняет привычные процессы производства. В современном мире роботизация в сварочном производстве стала неотъемлемой частью работы многих предприятий, особенно в автомобильной промышленности.

Сварочная роботизация предоставляет бесчисленные преимущества как для самих предприятий, так и для конечных потребителей. Во-первых, роботы обладают высокой точностью и повторяемостью операций, что обеспечивает стабильное качество сварочных швов. Это позволяет снизить количество брака и улучшить общую надежность изделий. Кроме того, роботы работают непрерывно без потребности в отдыхе, что позволяет значительно увеличить

производительность производства.

Одним из ключевых преимуществ роботизации в сварочном производстве является повышение безопасности труда. Роботы выполняют монотонные и опасные операции, освобождая работников от риска получения травм в процессе работы. Это способствует созданию более безопасной и комфортной рабочей среды.

Для успешной роботизации сварочного производства необходимо правильно подобрать оборудование, обеспечить его качественную настройку и программирование. Кроме того, обученный персонал играет ключевую роль в успешной интеграции роботов в производственный процесс. Постоянное обучение и повышение квалификации сотрудников способствуют оптимальному использованию потенциала промышленных роботов.

Таким образом, роботизация в сварочном производстве – это не просто модная технологическая тенденция, а необходимость для современных предприятий, стремящихся повысить эффективность, качество и безопасность своей продукции. Внедрение промышленных роботов в сварочное производство – это шаг вперед к современной и инновационной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Климов А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке.: Учебное пособие для вузов 4 -е изд., стер.- Санкт-Петербург: Лань, 2021. 236 с.

2. Роботы-сварщики на смену человеку [Электронный ресурс] Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL <https://vektor.us> (дата обращения: 12.05.2024)

3. Роботизация сварочного производства: мировые тенденции и особенности российского рынка [Электронный ресурс] Систем. требования: AdobeAcrobatReader URL <https://shtorm.ru> (дата обращения: 12.05.2024)

4. Попков, Ю. В. Влияние параметров контактной точечной сварки на прочность крестообразных соединений металлической арматуры / Ю. В. Попков, Д. В. Обернихин, Н. В. Фролов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 1. – С. 22-26. – EDN TGGNBVJ.

5. Лымарь, И. А. Конструкции наземных транспортно-технологических машин : Конспект лекций 6 семестр / И. А. Лымарь, Т. Н. Орехова, В. С. Прокопенко. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020.

– 133 с. – EDN VIVLUS.

6. Прокопенко, В. С. Обзор конструкционных материалов для деталей узлов и агрегатов транспортных средств / В. С. Прокопенко, А. С. Машкин // Приднепровский научный вестник. – 2023. – Т. 1, № 3. – С. 49-51. – EDN QFENYV.

УДК 63-3

Кудинов С.И.

*Научный руководитель: Уральская Л.С., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПОСТРОЕНИЕ ВАЛА В КОМПАС 3D

Вал – деталь машины, предназначенная для передачи крутящего момента и восприятия действующих сил со стороны расположенных на нем деталей и опор. По своей геометрической форме валы бывают коленчатые и прямые. Основными материалами для валов служат углеродистые и легированные стали. Валы подвергаются токарной обработке и шлифованию посадочных поверхностей, шероховатость которых от 1.5 до 2.5 мкм.

В данной статье рассмотрим несколько способов построение модели вала.

Для построения вала возьмем данный пример (рис. 1), который содержит несколько ступеней, скругления и фаски. А также итоговая модель вала будет представлять (рис. 2).

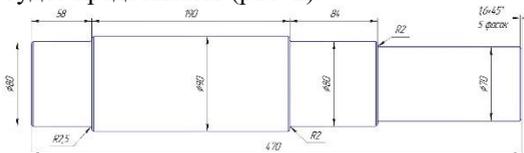


Рис. 1 Пример вала с размерами

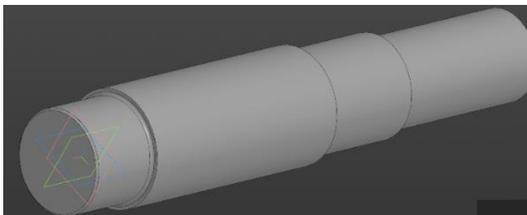


Рис. 2 Итоговая модель вала

Для построения вала в «Компас-3D» можно использовать следующие способы:

После запуска программного обеспечения «Компас-3D» выбираем вкладку деталь, на представленной нам панели управления «Создать» (рис. 3).

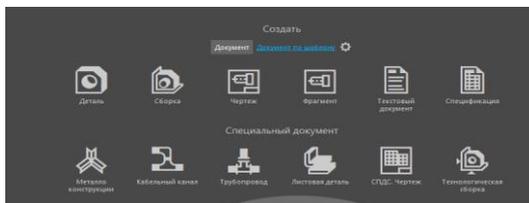


Рис. 3 Панель управления

Для создания эскиза есть два способа:

1. Нажать на плоскость и нажать на кнопку из выпадающего меню создать эскиз. (рис. 5).

2. В верхней панели задач выбрать вкладку эскиз на ленте команд, после чего нажать на команду «Создать эскиз» и выбрать любую плоскость. (рис. 4).

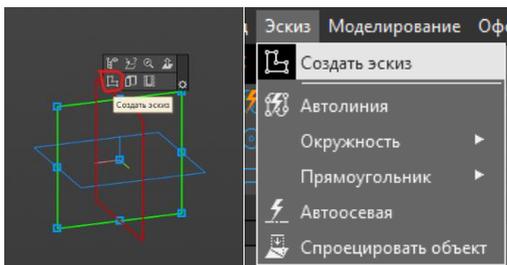


Рис. 4 Создание эскиза на плоскостях

Первым способом построения вала является – построение продольного разреза и с помощью инструмента тела вращения повернуть полученный эскиз вокруг продольной оси. Для этого выбираем любую из представленных плоскостей в «Компас 3-D» и создаем на ней эскиз любым из двух выше представленных способов.

Включится режим создания эскиза, в котором начертим эскиз будущего вала. В первом способе создадим только половину эскиза, которая будет после повернута на угол 360° (рис. 5).

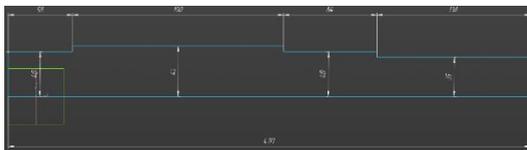


Рис. 5 Эскиз вала

Закрываем построение эскиза. После закрытия эскиза ищем в поиске команду «Элемент вращения» (рис. 6) и выбираем ее, после запуска команды выбираем ранее построенный эскиз, изначально будет задано значение в 360° , если значение не заданно вводим его самостоятельно, у нас появятся будущие очертания нашего вала (рис. 6). Важно чтобы параметр «Тонкостенный элемент» в меню управления командой был выключен, иначе если он будет включен, будет построен вал с указанной толщиной стенки, вследствие этого масса и объем его будут рассчитаны неправильно. После чего нажимаем на зеленую галочку, на панели управления командой, тем самым выполняя команду [1].

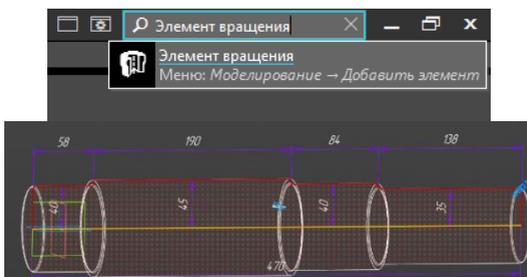


Рис. 6 Команда и очертания будущей модели вала

Получилась модель вала с нашими заданными величинами (длина, диаметр, размеры фасок и скруглений) (рис. 2)

Вторым способом построения вала является – последовательное построение ступеней с помощью команды «Элемент выдавливания», для этого, как и в первом способе создаем файл детали, и в нем создаем эскиз. Только в данном способе мы создаем на эскизе только окружность будущей ступени вала (рис. 7) и в меню команды выбираем длину ступени (рис. 8), на которую надо произвести выдавливание, видим будущую ступень вала, и также как в первом способе нажимаем на зеленую галочку, тем самым выполняя команду.

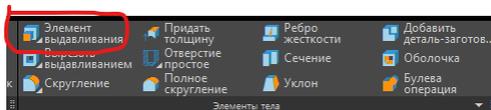


Рис. 7 Меню команд

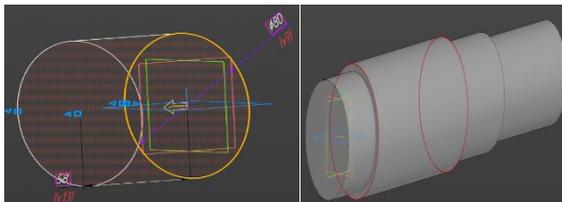


Рис. 8 Ступень вала. Вал без фасок и скруглений

Также как и в первом способе параметр «Тонкостенный элемент» в меню управления командой должен быть выключен. Строим остальные ступени аналогично. В итоге получаем вал без фасок и скруглений (рис. 8) [2].

Чтобы создать фаски и скругления используем инструмент «Скругления», которые находятся в меню «Элементы тела» (рис. 9).

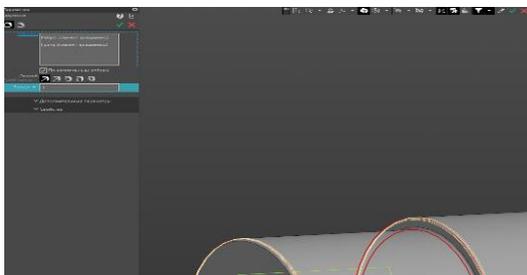


Рис. 9 Скругления на валу

Получилась модель вала с нашими заданными величинами (длина, диаметр, размеры фасок и скруглений) (рис. 2).

Мы получили модель вала, но в отличии от первого способа в дереве построения (которое находится в окне слева) у нас больше элементов чем в первом варианте, и каждый из этих элементов мы можем отдельно редактировать. Редактирование этих элементов производится нажатием правой кнопки мыши на нужный объект в дереве построения [3].

Третьим способом построения вала является – создание через библиотеку элементов. Для создание многих элементов, чтобы не

создавать их вручную в «Компас-3D» есть специальная библиотека, которую можно найти в меню управления вкладка «Приложение-Механика» (рис. 10).

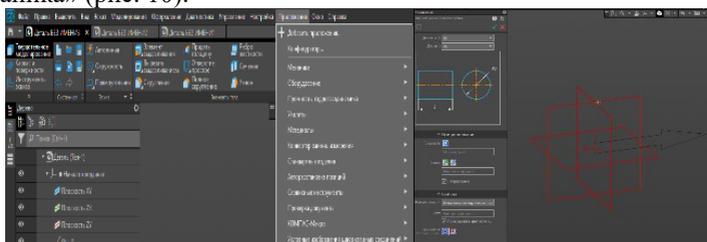


Рис.10 Библиотека. Направление на чертеже

Создавать простые валы через библиотеку не всегда удобно. Ее эффективно использовать для построения сложных валов-шестерней и т.д. При создании внешней ступени, нужно задать параметр: диаметр, длину, и выбрать плоскость и направление (рис. 10) [4].

Далее создание модели вала будет происходить аналогично второму способу, нужно пошагово создавать ступени, после создания их всех добавить фаски и скругления.

Получилась модель вала с нашими заданными величинами (длина, диаметр, размеры фасок и скруглений) (Рис. 2).

После рассмотрения всех трех способов построения вала в программе «Компас-3D», мы имеем представления о способе построения с помощью команды элемент вращения, построение ступеней поочередно и с помощью библиотеки элементов. Как по мне самый легкий способ построения вала с помощью создания эскиза и команды элемент вращения. В отличии от других мы сразу получаем модель в конечном варианте и нам остается только добавить фаски и скругления. Но у него есть один минус – это отсутствие возможно редактирования каждой ступени по отдельности через дерево построения, но редактировать вал можно с помощью построения нового эскиза на нем [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кравченко, В.М. КОМПАС-3D в практике преподавания начертательной геометрии и инженерной графики / В. М. Кравченко // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : Межвузовский сборник статей / Под редакцией В.С. Богданова. Том Выпуск XX. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.

Шухова, 2021. – С. 76-79.

2. Семенов В.А. Опыт использования САПР в учебном процессе // Вестник УГНТУ. Наука, образование, Экономика, серия: Экономика. – 2019. - № 3 (29). – С. 133-142.

3. Савельев В.К. Выполнение геометрических построений начертательной геометрии в системе Компас-График // Актуальные проблемы теории и методики графических дисциплин: Материалы семинара-совещ. заведующих графических кафедр вузов России. – Пенза, 1999. – С. 15-21.

4. Орехов В.Б. Методология и программное обеспечение компьютерного обучения инженерной графике // Проблемы методологии и методики применения компьютерных технологий в графических дисциплинах: 3-я Российская конф., 25-27 января 1995. Тез. докл. – М., 1995. – С. 37-39.

5. Большаков В.П. // Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D — 2010 — С. 496.

УДК 621.928.235

Малахов М.А., Бисярин М.Д., Котов А.В.

*Научный руководитель: Ханин С.И. д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ «ЛЕГКИХ», «ТРУДНЫХ» И «ЗАТРУДНЯЮЩИХ» ЗЕРЕН НА ПРОЦЕСС ГРОХОЧЕНИЯ

Грохочение — это процесс, используемый для разделения и сортировки материалов во многих отраслях: сельском хозяйстве, горной промышленности, строительстве и т.д. Важность этого процесса и его эффективность во многом определяются характеристиками частиц материала, который подвергается грохочению. В данной статье мы рассмотрены подходы к описанию разделения на просеивающих поверхностях частиц материала на «легкие», «трудные» и «затрудняющие».

Процесс грохочения рассматривается как операция, состоящая из двух основных стадий [1]: частицы нижнего класса материала проходят через слои частиц верхнего класса, достигая поверхности сита; частицы нижнего класса проходят через отверстия сита. Но, частицы, близкие по величине к размеру отверстий сита, с трудом проходят в пространствах

между более крупными частицами в слоях материала, лежащих над просеивающей поверхностью, а также и через отверстия сита.

На практике частицы в отношении их проходимости принято разделять на:

«Легкие», имеющие диаметр меньше трех четвертей отверстия сита, - легко проходят в пространствах между крупными частицами материала на сите и по достижении поверхности сита немедленно проходят через отверстия.

«Трудные» - отличаются тем, что их размеры больше трех четвертей отверстия сита. Они с трудом проходят в пространствах между крупными частицами и через отверстия сита, их затрудненность увеличивается по мере приближения диаметра частиц к размеру отверстий сита.

«Затрудняющие» - это частицы, диаметр которых превышает полуторные размеры отверстий сита. Они незначительно влияют на перемещение «легких» и «трудных» частиц к поверхности сита, но затрудняют их прохождение через отверстия сита путем перекрытия собой значительной части живого сечения сита.

В теоретических описаниях вероятность проходимости частиц характеризуют отношением их диаметров к размеру отверстия и коэффициенту живого сечения сита.

В работе [3] вероятность проходимости частицы материала определяют через отношение площадей по формуле (1):

$$P = \left(1 - \frac{d}{l}\right)^2 \quad (1)$$

где d – диаметр частицы, мм;

l – сторона квадратной ячейки сита, мм.

Расчетная схема прохождения частицы материала через отверстия сита приведена на рис. 1.

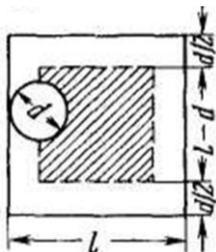


Рис. 1 Расчетная схема прохождения частицы через отверстия сита

В работе [4] вероятность прохождения частицы материала через отверстие сита определяется (2) по отношениям площадей с учетом толщины проволок сита:

$$P = \frac{(l-d)^2}{(l+a)^2} = \frac{l^2}{(l+a)^2} \left(1 - \frac{d}{l}\right)^2 \quad (2)$$

где a – диаметр проволоки, мм.

Расчетная схема прохождения частицы материала через отверстия сита с учетом толщины проволоки приведена на рис. 2.

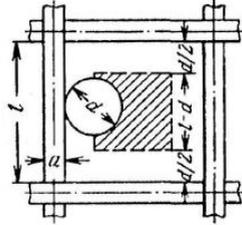


Рис. 2 Расчетная схема прохождения частицы через отверстия сита с учетом толщины проволоки

В работе [1] автор сформировал график теоретической вероятности прохождения частиц через отверстия сита, в зависимости от их относительного размера. Величина N , обратная вероятности P , определяет вероятное число случаев, необходимых для данного события.

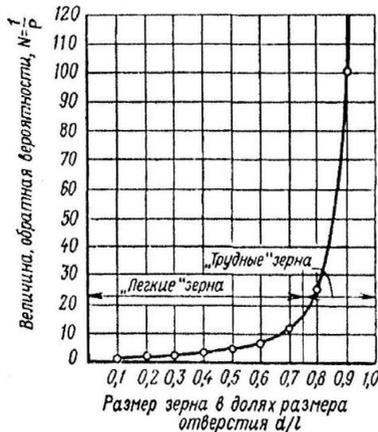


Рис. 3 Вероятность прохождения частицы через отверстие сита в зависимости от их относительного размера

Анализируя график видно, что увеличение относительного диаметра частицы более 0,75/ приводит к значительному увеличению числа случаев, необходимых для прохождения частицы через отверстие сита. Следовательно, данный график подтверждает принятое на практике деление частиц материала на «легкие» и «трудные».

Исследования влияния на процесс грохочения «затрудняющих» частиц в настоящее время изучен недостаточно. В имеющихся публикациях авторы ограничиваются утверждением, что чем меньше в исходном материале «затрудняющих» частиц, тем выше его эффективность грохочения при прочих равных условиях. В этой связи исследования, направленные на установление взаимосвязи параметров, характеризующих «затрудняющие» частицы и конструктивно-технологические параметры грохота являются актуальными и позволят повысить эффективность процесса грохочения материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник для вузов / В.М. Авдохин. - В 2 т. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2006. – Т.1. Обогащительные процессы. – 417 с.
2. Герасимов, М. Д. Теоретические и технические основы совершенствования вибрационных грохотов: монография / М. Д. Герасимов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. – 126 с.
3. Петров, В.А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учеб. пособие для вузов / В.А. Петров, Е.Е. Андреев, Л.Ф. Биленко – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 301 с.
4. Серго, Е.Е. Дробление, измельчения и грохочения полезных ископаемых: Учеб. пособие для вузов / Е.Е. Серго. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 285 с.

Скалозуб З.Ю., Городков Г.Д., Хаялиев О.В.

Научный руководитель: Дудченко В.А., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Деревообработка — это технический процесс обработки древесины или древесных материалов с целью придания им определенного размера, формы и качества и получения готового изделия. Она включает в себя резку (пиление, фрезерование, сверление, точение, шлифование ит. д.), гибку, склеивание, сборку и отделку (нанесение декоративных и защитных покрытий). Деревообработка осуществляется с помощью различных деревообрабатывающих инструментов и станков. Продукция деревообработки: материалы и полуфабрикаты- доски, брусья, фанера, деревянные брусья; детали изделий и конструкций- вагоны, лодки ит. д.; готовые изделия- деревянные конструкции изданий, вагоны и сельскохозяйственный инвентарь, мебель, музыкальные инструменты, спортивный инвентарь, канцелярские товары, контейнеры и поддоны. Деревообработка в кустарных и ремесленных формах существовала с древнейших времен. В России деревообработка интенсивно развивается с конца XIX века, когда наряду с лесопилением появилось фабричное производство мебели, клееной фанеры и спичечной соломки.

Основным процессом в деревообработке является резание, при котором на заготовку воздействуют режущим инструментом (инструмент с одним или несколькими клиновидными лезвиями с режущей кромкой) для механического разрушения связей между частицами материала на поверхности[1].

Различают деревообрабатывающий инструмент, вспомогательный инструмент (для крепления деревообрабатывающего инструмента к станку), рабочий инструмент (для подготовки деревообрабатывающего инструмента к работе) и контрольно-измерительный инструмент ДИ используется наручных или дереворежущих станках. Ручные (топоры, пилы, рубанки, стамески, сверла) и механические (электрические дисковые пилы, электрические рубанки, электрические фрезы, электрические и пневматические дрели, электрические долбежники, электрические шлифовальные машины), а также контрольно-измерительные инструменты составляют столярный и плотницкий

инструмент. Станки включают как инструменты общего назначения, так и специализированные (например, для производства бочек, вагонных колес, колодок для обуви, карандашей и музыкальных инструментов). Станочные ДИ характеризуются малым углом заточки лезвия (20-60°), высокой остротой лезвия (начальный радиус закругления режущей кромки 5 - 10 мкм) и высокими скоростями резания (до 100 м/с при частоте вращения от 3000 до 24 000 об/мин)[2]. Инструменты должны обеспечивать высокую производительность и качество резания, быть безопасными, надежными и простыми в подготовке к работе и установке на станок. Это достигается соответствующим выбором материала инструмента, линейных и угловых параметров лезвия, расположенного на корпусе, и оптимальной конструкцией самого корпуса.

В качестве материалов для ДИ используются сталь (углеродистая, легированная, быстрорежущая), металлокерамика (на основе карбида вольфрама), литые (на основе кобальта или железа) твердые сплавы и твердые материалы (кубический нитрид бора или синтетический алмаз). Углеродистые стали используются в ручном инструменте, а легированные - в станках для массовой деревообработки. Быстро режущие стали используются для инструментов, интенсивно нагреваемых при резании, а твердые сплавы - для обработки твердых пород древесины, клееной, прессованной и модифицированной древесины, ДСП, ДВП, древесно-слоистых и бумажно-слоистых пластиков, натурального шпона и ламинированных плит. Не смотря на высокую стоимость и сложность заточки, инструменты с цементированным карбидом широко используются для резки и окантовки пластиковых ламинированных плит и раскроя цементно-стружечных плит.

Деревообрабатывающее оборудование можно разделить на деревообрабатывающие станки, оборудование для склеивания и сборки, отделочное оборудование и по грузочно - разгрузочное оборудование.

Деревообрабатывающие станки предназначены для обработки резанием древесины и древесных материалов[4]. В ДК используются различные виды резания: пиление, строгание, лужение, бес стружечное резание (раскалывание заготовки), фрезерование, точение, шлифование (обработка поверхности для удаления технических зазоров и получения готовых изделий), сверление, долбление, пазовое фрезерование (чистовая обработка изделий глубокая обработка в готовые детали изделия). Режущие инструменты подбираются в зависимости от типа резания: пилы, ножи, фрезы, токарные резцы, сверла, резцы, шлифовальные круги и абразивные гранулы.

В зависимости от особенностей производства различают ДЦ общего назначения, используемые в различных деревообрабатывающих отраслях, и специализированные станки и станочные линии, чья техническая компетенция направлена на удовлетворение потребностей любого производства в обработке древесины (лесопиление, производство мебели, столярных изделий, строительной продукции и т. д.). В зависимости от степени автоматизации линии можно разделить на поточные, полуавтоматические и автоматические. Широко используются многопозиционные обрабатывающие центры с числовым программным управлением.

К оборудованию для клеевой сборки относятся машины для производства сборочных единиц (узлов) изделий, каждый элемент которых соединен клеем (сборочные прессы для склеивания коротких заготовок в непрерывные полосы, торцовочные устройства для нарезки полос на мерные заготовки, штампы для гибки и склеивания с нагревом швов, непрерывные для облицовки деталей панелей (например, много операционные агрегаты, смесители клея, валики для смазки клеем)[3]. В специализированных производствах оборудование для сборки клея объединяется в линии машин для конкретных целей (например, линии облицовки однопролетных щитовых деталей на основе прессы в мебельном производстве, линии сборки паркетных досок в производстве паркетной продукции).

Отделочное оборудование используется для нанесения декоративных и защитных покрытий лакокрасочными или пленочными материалами на поверхность изделий из древесины или древесных материалов[5]. Конфигурация линии отделочного оборудования комплектуется в соответствии с потребностями производства.

Погрузочно-разгрузочное оборудование включает в себя питатели и штабелеры различных принципов действия и конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литвинов, В. В. Лазерная обработка древесины / В. В. Литвинов, Д. Е. Серпуховитин // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 2169-2172.
2. Выбор дереворежущего инструмента на основе оценки качества поверхности обработки / Е. Н. Чаплыгин, С. И. Овсянников, К. П. Филюшин, Е. А. Шишова // Современные технологии деревообрабатывающей промышленности : Материалы международной

научно-практической онлайн-конференции, Белгород, 15–16 февраля 2018 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 89-95.

3. Марушевская, И. С. Виды и технология склеивания соединений древесины / И. С. Марушевская // IV Международный студенческий строительный форум - 2019 : Сборник докладов (К 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова). В 2-х томах, Белгород, 26 ноября 2019 года. Том 1. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 265-269.

4. Патент на полезную модель № 15683 U1 Российская Федерация, МПК В27В 7/00. Деревообрабатывающий станок : № 2000116149/20 : заявл. 09.06.2000 : опубл. 10.11.2000 / В. А. Шишкин, В. П. Латынников.

5. Изучение защитных свойств древесины с использованием пропиточного раствора на основе состава CuSO_4 и KMnO_4 / Р. Н. Алиев, С. Ю. Валяев, Д. А. Выхребенцев, Н. А. Зотов // VI Международный студенческий строительный форум - 2021 : Сборник докладов. В 2-х томах, Белгород, 26 ноября 2021 года. Том 2. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 125-135.

УДК 66.046

Шаталов В.А., Шаталов А.В., Шкарпеткин Е.А.
Научный руководитель: Михайличенко С.А., канд. техн. наук, проф.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ С ТЕХНОГЕННЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

На сегодняшний день науке давно известна проблема накопления техногенных материалов (ТМ) на полигонах захоронения твердых бытовых отходов (ТБО). Существует несколько путей решения данной проблемы, одним из перспективных является вторичное использование ТМ на производстве различной товарной продукции. Реализация техногенных материалов, складываемых на полигонах, обеспечивает не только снижение объемов накопления, но и к развитию новых ресурсноэнергосберегающих технологий и технических средств [1-2].

Древесная промышленность имеет большое количество отходов, так как для производства более дорогой продукции используется только

свежая и особая древесина. Отходы и обрезки, а так же лежалая древесина вывозится на полигоны для дальнейшей переработки и захоронения, что приводит к ежегодному вывозу на полигоны до 12000 т/год или сжигается в печах на производстве. Однако данные древесные отходы возможно применять для изготовления различной продукции, к примеру: арболитовые строительные блоки, ДСП плиты, твердопливные брикеты и пеллеты. Так согласно патента РФ № 2786113 С1 предлагается использование комбинированного способа измельчения древесной шихты с добавлением техногенных добавок, в нашем случае техногенного углерода (рис.1) [3].

В настоящее время древесные отходы занимают 20-30% в морфологическом составе твердых коммунальных отходов. В тоже время существует необходимость измельчения древесных отходов (ДО) до мелкодисперсного состояния для их последующего брикетирования в прессовых станках. Для эффективного измельчения ДО и диспергирования их с техногенным сырьем нами был разработан и запатентован роторные диспергатор [Патент РФ № 2786113]. В агрегате реализованы постадийные процессы измельчения и гомогенизации древесных отходов различной конфигурации до размера частиц $d \leq (1-4) \times 10^{-3}$ м за счет использования роторной насадки с развитой поверхностью, воздействующей на материал.

Древесные отходы



Технический углерод



Рис. 1. Древесные отходы и технический углерод для приготовления древесноугольной смеси

При переработке органических техногенных отходов нами использовался агрегат с низкотемпературным термоллизом [4-5], с получением конечных продуктов: технического углерода (6800 ккал/кг), жидкого печного топлива, синтетического газа и технической воды. Получаемый технический углерод применяют в различных

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королева, Е. Л. К вопросу об использовании техногенных отходов в промышленности строительных материалов / Е. Л. Королева, Н. П. Лукутцова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. – 2006. – № 9. – С. 76-79.
2. Королева, Е. Л. К вопросу об использовании техногенных отходов в промышленности строительных материалов / Е. Л. Королева, Н. П. Лукутцова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. – 2006. – № 9. – С. 76-79.
3. Патент № 2786113 С1 Российская Федерация, МПК В02С 18/00. Роторно-центробежный диспергатор : № 2022126667 : заявл. 13.10.2022 : опубл. 19.12.2022 / В. А. Шаталов, С. А. Михайличенко, А. В. Шаталов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова".
4. Глаголев С. Н. Технологии комплексной переработки твердых коммунальных отходов / С. Н. Глаголев, Н. Т. Шеин, В. С. Севостьянов [и др.] // Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24, № 12. – С. 11-15.
5. Патент № 2773396 С1 Российская Федерация, МПК F23G 5/027, В09В 3/00. Установка для низкотемпературного термолиза твердых коммунальных и промышленных отходов : № 2021134475 : заявл. 24.11.2021 : опубл. 03.06.2022 / С. Н. Глаголев, В. С. Севостьянов, Н. Т. Шеин [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова", Общество с ограниченной ответственностью "ТК "Экотранс".
6. Шкарпеткин, Е. А. Исследования влияния продолжительности смешивания на качество смеси / Е. А. Шкарпеткин, Т. Н. Орехова // Научно-технологические инновации (XXV научные чтения) : Сборник докладов Международной научно-практической. – 2016. – № 9. – С. 10-13.

УДК 621.771

Шиман Д.И.

*Научный руководитель: Веретельник А.Ф., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОРТОВОЙ ПРОКАТ: ВИДЫ, ПРОИЗВОДСТВО, И ПРИМЕНЕНИЕ

Прокатка металла – это процесс обработки, при которой на металл оказывается давление. Операции происходят на специальном оборудовании, в котором расположена система валков. Во время прокатки заготовка меняет габариты и структуру.

Считается, что прокатка металла появилась еще в средние века, но свой расцвет пришелся на XIX век. Первый прокатный станок появился в 1828 году. Изначально производили рельсы, позже технология охватила производство брони для морских судов и деталей паровозов. Через 30 лет русский механик создал броневой прокатный агрегат. Первые станки были примитивны. Они имели привод от водяного колеса, позже их перевели на паровые машины. Металл в станке передвигали вручную, поэтому труд считался очень тяжелым и опасным.

Во время прокатки валки создают пластические деформации. Валки крутятся, а между ними проходит заготовка. На нее действуют силы – трения и вращения. Выходящая заготовка, называется профилем. Если размер сохраняется по всей длине один и тот же, то такой профиль называют постоянным. Если размер отличается, то – периодическим.

Существует много видов прокатки. Для их группирования есть определенные критерии. Например, направление и температура. По направлению выделяют три вида:

1. Продольная. Валки вращаются в обратном направлении относительно металла. Металл в таком случае движется перпендикулярно осям вращения. Изделие в толщине уменьшается, но при этом становится длиннее. Такой метод используют для изготовления листов и профилей.

2. Поперечная. Металл движется между валками, которые крутятся в одном направлении. Длина металла в таком случае растет в центре вальцов. Таким образом производят втулки и валы.

3. Поперечно-винтовая. Валки расположены под углом по отношению друг к другу. Заготовки движется в станке и вращается вокруг себя. Так производят трубы.

По температуре прокатка делится на:

1. Холодная. Меньше 30% от температуры рекристаллизации.
2. Теплая. От 40% до 60% от температуры рекристаллизации.
3. Горячая. 70-80% от температуры рекристаллизации.

Получаемая таким образом продукция называется прокат. Все возможные в изготовлении профиля называют сортаментом. Существует несколько групп: специальные и периодическими. Периодические это те, что идут дальше в производство, а специальные считаются законченными и могут отправляться заказчику.

Прокатка включает в себя следующие операции:

1. Подготовка. На этом этапе идет проверка заготовок на все возможные дефекты. Это трещины, разрывы, наплавы и так далее.

2. Разогрев. Этот этап нужен для того, чтобы металл стал податлив, приобрел нужную структуру, которую в будущем сохранит.

3. Прокатка. На этом этапе заготовку помещают в заранее настроенный станок. По мере прокатки станок останавливают и делают пробы.

4. Промежуточный контроль. Один из самых важных этапов, так как это последний этап, на котором можно проверить готовую деталь и если деталь содержит дефекты, то отправить ее в брак.

5. Конечная обработка. На этом этапе деталь красят, полируют, шлифуют, иногда даже цинкуют.

Одной прокатки обычно не хватает для того, чтобы деталь приняла заданные параметры. Обычно делают несколько проходов и при этом каждый контролируют.

Для изготовления такой продукции необходимы специальные станы. Их конструкция очень тяжелая, чаще всего это комплекс из отдельных составляющих, расположенных в определенном порядке. В таком комплексе не только прокатный станок, но и оборудование для заготовки сырья, дефектовки, транспортировки и финишной отделки.

Сам прокатный станок состоит из прокатных валков, станины, шпинделя, муфты, редуктора, электродвигателя и механизма для регулировки зазора между валками (Рис. 1).

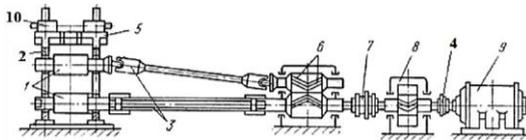


Схема линии прокатного стана

1 – прокатные валки; 2 – станина; 3 – шпindelь; 4 – муфта; 5 – рабочая клеть;
6 – шестеренная клеть; 7 – муфта; 8 – механический редуктор; 9 – электродвигатель;
10 – механизм для регулировки зазора между валками

Рис. 1. Схема линии прокатного стана

В промышленности часто используется тавр, двутавр, уголок и швеллер (Рис. 2).



Рис. 2. Сортамент

Тавр (Т-профиль) – это из самых распространённых видов металлопроката, применяющийся в строительстве, машиностроении и других отраслях промышленности. Вертикальная часть тавра (полка) и горизонтальная часть (стенка) образуют букву "Т". Благодаря такой форме Т-образные профили характеризуются высокой прочностью и жёсткостью.

Уголок (L-профиль) – металлический уголок в поперечном сечении имеет форму буквы "L". Такой профиль имеет широкий спектр применения в строительстве, промышленности и т.д. Уголок используется для создания крепких и надежных соединений, оконные и дверные перегородки, а также используется в качестве опорных элементов.

Швеллер (U-профиль) – это вид металлопроката, который имеет в поперечном сечении форму буквы "U". Отличается отличными прочностными характеристиками и способностью принимать большие нагрузки. Швеллеры используются в строительстве для создания

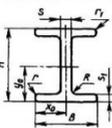
перекрытий и стропильных систем, в промышленности – для производства металлоизделий различных видов.

Двутавр (Н-профиль) – это тяжелый металлический профиль, изготовленный в виде буквы "Н" (в поперечном сечении) (Рис. 3). Ввиду своей геометрии и высокой прочности, Н-профили широко используются в строительстве как несущие элементы. Их используют для строительства мостов, небоскребов, железнодорожных путей и т.д.

Прокат выбирают по справочнику конструктора-машиностроителя В. И. Анурьева. В нём приведены таблицы, в которых указаны все характеристики проката, общие технические сведения о материалах, прокатах, шероховатости, крепежных изделиях, допуски и посадки (Рис. 3).

ДУТТАВРЫ РАВНОПОЛОЧНЫЕ ПРЕССОВАННЫЕ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ (по ГОСТ 1821-90)

115. Размеры, масса 1 м профиля и расчетные величины



Обозначения:

x_0, y_0 - координаты центра тяжести, мм;

I_x, I_y - моменты инерции, см⁴;

W_x, W_y - моменты сопротивления, см³;

L_x, L_y - радиусы инерции, см.

Номер профиля	H	B	s	t ₁	R	r	Площадь сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг, кг/дм		x ₀	y ₀	I _x	I _y	W _x	W _y	L _x	L _y
								алюминиевого	магниевого								
								мм									
430022	30	30	1,5	2	2	1	1,624	0,463	0,292	15	15	2,615	0,882	1,743	0,588	1,272	0,739
430025	35	30	2	2,5	2,5	1,2	2,154	0,614	0,388	15	17,5	4,499	1,099	2,571	0,732	1,450	0,717
430041	40	50	2	3,5	3,5	1,7	4,265	1,216	0,768	25	20	12,478	7,143	6,239	2,857	1,715	1,298
430053	50	50	2,5	4	4	2	5,187	1,478	0,934	25	25	23,148	8,129	9,259	3,251	2,120	1,256
430058	57	93	7	8	3	1,5	17,827	5,081	3,209	46,3	28,3	94,349	106,733	33,104	22,933	2,301	2,430
430062	60	70	3	5	2,5		8,715	2,484	1,369	35	30	37,068	27,992	19,022	7,906	2,567	1,977
430063	68	38	2,5	2,5	2	–	3,509	1,060	0,632	19	34	28,929	2,279	7,626	1,200	2,718	0,806
430081	86	95	9	8	3	1,5	21,377	6,150	3,884	47,3	43	238,392	113,482	60,092	23,890	3,462	2,294

ГОСТ предусматривает также и другие номера профилей. Технические требования – по ГОСТ 8617-81.
 Примечания: 1. Значения радиуса приутолщения острых краев r₁ должны соответствовать требованиям ГОСТ 8617-81.
 2. Переходные коэффициенты для расчета массы 1 м профилей из алюминиевых и магниевых сплавов см. в приложении к табл. 112 – 114.

Рис. 3. Двутавры равнополочные прессованные.

Тавры, двутавры, швеллеры и уголки являются ключевыми элементами при проектировании и строительстве (Рис. 4). Их значение обусловлено следующими факторами:

1. Структурная стабильность: данные металлические элементы обеспечивают необходимую жесткость и прочность всей конструкции.
2. Надёжность и долговечность: являются износостойкими и долговечными, что обеспечивает длительный срок службы.
3. Экономическая эффективность: использование таких металлических элементов в конструкции может существенно снизить общую стоимость проекта благодаря их относительно невысокой стоимости и простоте в монтаже и обслуживании.
4. Гибкость проектирования: доступны в различных размерах и формах, что позволяет инженерам выбирать наиболее подходящие

элементы для конкретного проекта и оптимизировать структуру помольной установки.

5. Безопасность: правильное использование этих элементов повышает безопасность работы, так как они обеспечивают надежную и прочную структуру, снижая вероятность аварий.



Рис. 4. Помольная установка производства цемента

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каверин В.Л., Нечаев Ю.А. Прокатка металлов. М.: Машиностроение, 2003. – 288 с.
2. Жаров Ю.А., Шевчук Е.Г. Технология производства прокатки металла: Учебное пособие. СПб.: Политехника, 2009. – 264 с.
3. Цинзер Б.В., Рубцов И.А. Материаловедение: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2018. – 736 с. (глава 7 о прокатке металла)
4. Мацнев А.И. Технология производства прокатки металла: Учебник для вузов. М.: Изд-во "Высшая школа", 2012. – 368 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. М.: Машиностроение, 2001. – 399с.

