

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕРЕВЯННОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Платонов В.В., Платонова Е.В.

Хакасский технический институт – филиал Сибирского федерального университета, Абакан

Ключевые слова: соединение «норвежский замок», самозаклинивание соединения, CAD/CAM – технологии, цифровое производство, сквозная сетевая поддержка.

Аннотация. В работе предлагается создание технологической линии полного цикла по изготовлению деревянных срубов с использованием соединения «норвежский замок» на цифровой платформе со сквозной сетевой поддержкой от проектирования до конечного продукта. Предложенная цифровая CAD/CAM – технология изготовления соединения «норвежский замок» представляет собой новый, более высокий цифровой уровень организации производства в деревянном домостроении. Спроектирован, изготовлен и испытан опытный образец специального деревообрабатывающего пятиосевого станка с ЧПУ для механической обработки элементов «норвежского замка». Станок оснащен специальной двухосевой головкой. Технологическая линия по изготовлению деревянных срубов может включать в себя несколько станков разного типа, что позволяет автоматически в течение суток изготовить целиком весь сруб со всеми его элементами.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN WOODEN HOUSE CONSTRUCTION

Platonov V.V., Platonova E.V.

Khakass Technical Institute – branch of Siberian Federal University, Abakan

Keywords: norwegian lock technology, self-locking connection, CAD/CAM technology, digital manufacturing, end-to-end network support.

Abstract. The work proposes the creation of a full-cycle technological line for the production of wooden log cabins using the Norwegian castle connection on a digital platform with end-to-end network support from design to the final product. The proposed digital CAD/CAM technology for the production of the Norwegian castle connection represents a new, higher digital level of production organization in wooden house construction. A prototype of a special five-axis CNC woodworking machine for the mechanical processing of Norwegian castle elements has been designed, manufactured, and tested. The machine is equipped with a special two-axis head. A technological line for manufacturing wooden log cabins can include several different types of machines, which allows for the automatic production of an entire log cabin with all its elements within a day.

Особенностью цифровизации современной экономики является трансфер технологий из одной сферы деятельности в другую с целью повышения эффективности производства [1]. В нашей работе рассмотрен новый подход к процессам проектирования и изготовления деревянных срубов, который заключается в цифровизации и автоматизации этих процессов по аналогии с уже применяемыми на практике машиностроительными технологиями в области металлообработки и с использованием таких же принципов. Нами предложена современная цифровая технология в области деревянного домостроения с так называемой рубкой по типу «норвежский замок». Такая рубка имеет ряд важных преимуществ, главным из которых является более высокая скорость строительства, так как сам процесс строительства не требует ожидания усыхания

брёвен и их усадки. С внедрением цифровых технологий в области проектирования и изготовления «норвежская рубка» станет еще более быстрой и дешевой, а значит будет доступна для широкого применения в современном деревянном домостроении [2, 3].

На базе системы CAD/CAM нами разработана цифровая технология со сквозной сетевой поддержкой, включающая в себя полный цикл работ по изготовлению деревянных срубов по типу «норвежский замок» от проектирования до конечного изготовления. На рисунках 1 и 2 показаны элементы выполненного нами CAD/CAM проекта.

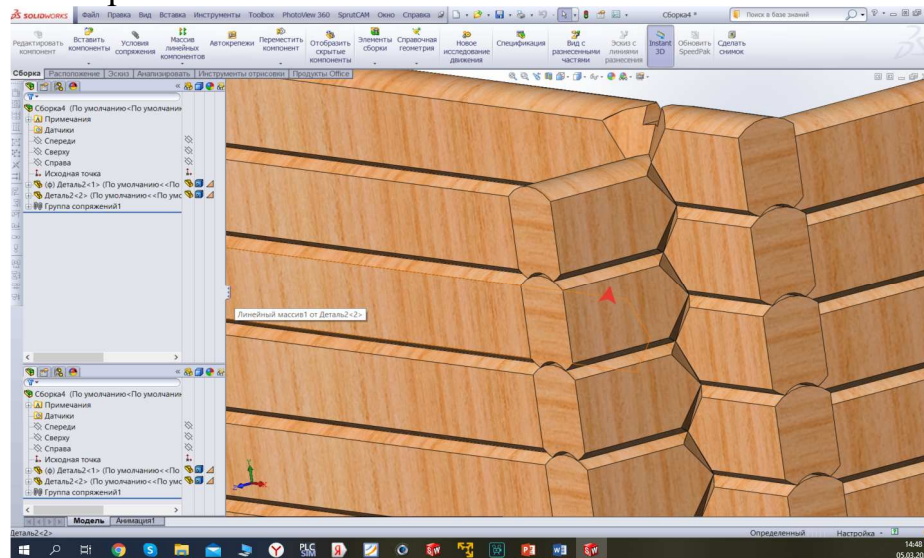


Рис. 1. Сборка сруба в системе SOLIDWORKS

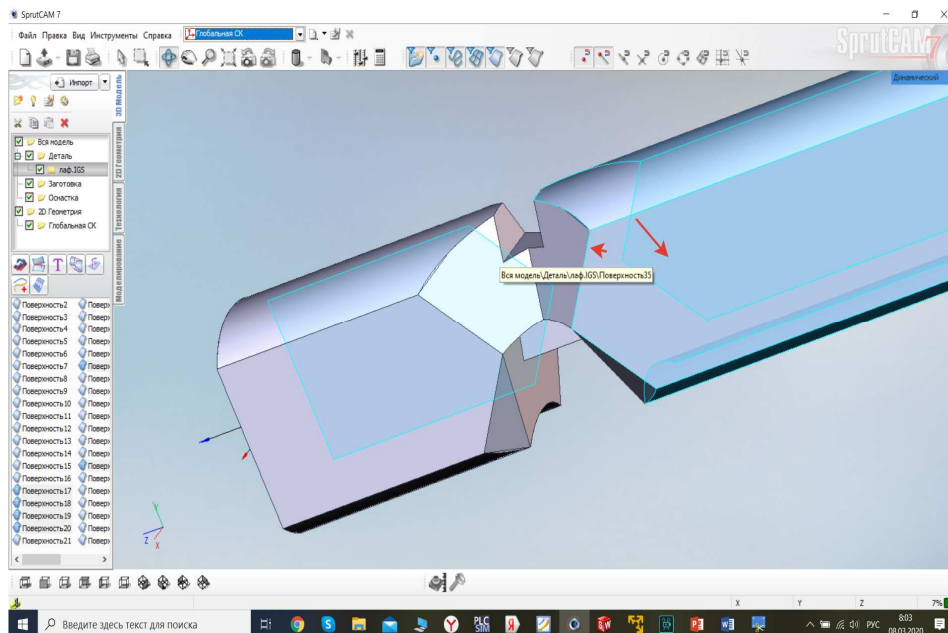


Рис. 2. Технология обработки в системе SprutCAM

По результатам проектирован нами был изготовлен и испытан опытный образец специального пятиосевого деревообрабатывающего станка с ЧПУ для механической обработки элементов «норвежского замка» [4]. Технологическая линия по изготовлению деревянных срубов может включать в себя несколько таких пятиосевых станков, что позволит автоматически в течение суток изготовить весь сруб со всеми его элементами. На рисунках 3, 4 представлены проекты

двухосевой головки для пятиосевого станка и самого пятиосевого станка для производства элементов сруба.

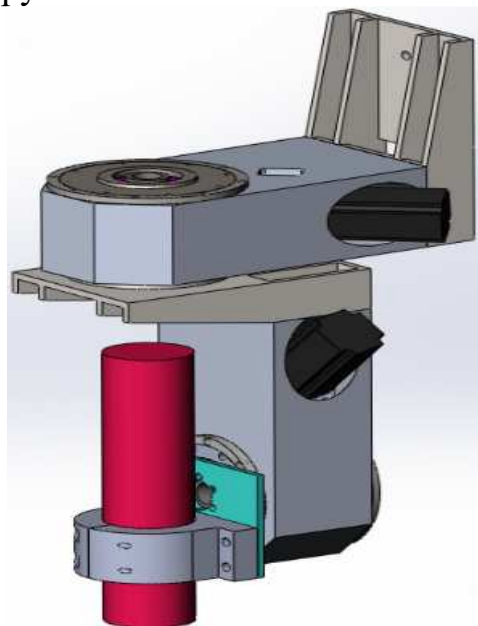


Рис. 3. Проект двухосевой головки

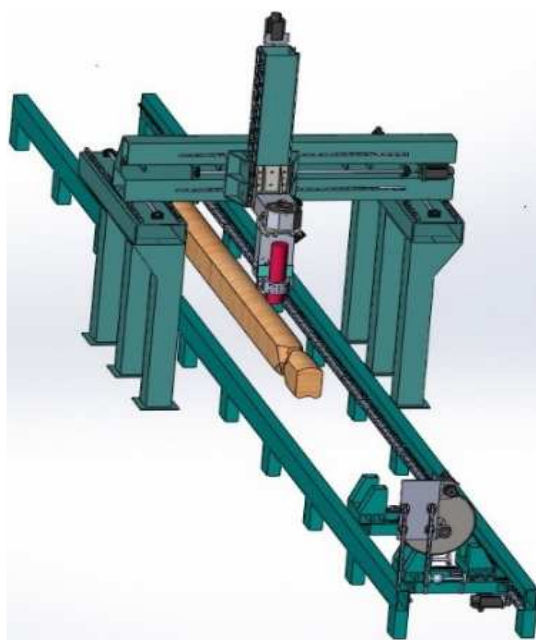


Рис. 4. Проект пятиосевого станка

Предлагается следующая технология производства от бревна естественной влажности до готового сруба. Первоначально в зависимости от принятого типоразмера лафета (например, 200х300) предварительно определяются размеры необходимого бруса (с учетом припуска 5-8 мм на каждую сторону). Исходной заготовкой является круглое бревно определенного диаметра, из которого последовательно на двух рамных пилорамах изготавливается прямоугольный брус необходимого размера (рис. 5).

Полученный брус поступает на обработку на четырехсторонний деревообрабатывающий станок (рис. 6), где мы получаем исходный лафет, используемый в дальнейшем для обработки под соединение «норвежский замок».



Рис. 5. Рамная пилорама р63, получение прямоугольного бруса



Рис. 6. Получение лафета на четырёхстороннем станке

Изготовленный пятиосевой станок с ЧПУ с набором необходимых инструментов представлен на рисунке 7. Станок позволяет в автоматическом режиме обработать каждый лафет сруба с выполнением следующих технологических переходов:

- автоматическая подача, позиционирование в размер и зажим/разжим лафета;
- изготовление на бревне элементов соединения «норвежский замок»;
- сверление отверстий в лафете под нагель (шкант) и стяжку;
- изготовление паза под закладные детали дверных и оконных коробов;
- изготовление продольных и поперечных стыков бревен под соединение «ласточкин хвост»;
- поперечная отрезка в размер и угловая под переруб или консоль балкона.



Рис. 7. Обработка элементов соединения на пятиосевом станке

С программной точки зрения задача выглядит примерно так. На основании выбранных проектов домов различного назначения и размеров на первом этапе по плоским чертежам делается 3D-сборка проекта. Из проекта мы получим 3D-модель каждой детали (лафета) со всеми необходимыми элементами (элементы соединения «норвежский замок», пазы под закладные детали дверных и оконных коробов, продольных и поперечных стыков и т.д.). Каждая деталь кодируется. В итоге мы получаем библиотеку 3D-моделей из каждой закодированной детали, входящей в проект. Каждая деталь будет однозначно определена. Далее, считав код детали, мы узнаем размеры (координаты) и необходимые элементы сруба на лафете. Лафет отправляем на станок. После обработки детали, мы наносим на деталь однозначно определенный код. После последовательной обработки и кодировки всех деталей проекта мы можем по схеме сборки предварительно собрать сруб и сверху предварительно придавить, например, бетонной фундаментальной плитой. Это необходимо до вывоза сруба на место установки чтобы он находился в собранном состоянии во избежание его коробления во время естественной сушки. В дальнейшем все вспомогательные приемы во время обработки будут полностью автоматизированы. Доски полов, потолка, проемов окон и дверей и другие элементы изготавливаются заранее, из предварительно просушенной древесины или из готовых блоков, так как все размеры известны заранее из исходной модели. Окончательная сборка всего дома производится на выбранном и предварительно подготовленном участке (фундаменте) двумя-тремя сборщиками с использованием погрузчика в течение смены, без пригоночных работ по схеме сборки с прокладкой специальной уплотняющей ленты.

Производственный цикл изготовления срубов по норвежской технологии дополнительно сокращается практическим отсутствием предварительной сушки исходных бревен. При обычном изготовлении срубов на месте во избежание искривления лафета нужна предварительная сушка, то есть процесс занимает несколько месяцев. По нашей технологии сушка происходит в срубе, а усадка сруба может составлять до десятков сантиметров. Так как исходный лафет у нас получается после обработки на четырехстороннем станке практически гладким, как после полировки, то нет необходимости в его внутренней отделке (например,

штукатуркой или панелями), которую обычно проводят после основной усадки сруба.

Главным преимуществом предложенной технологии является высокая эффективность производства. Она обусловлена следующими моментами:

- короткий производственный цикл от исходного сырья до готового сруба (день-два), при отсутствии промежуточных заделов, что позволяет использовать бревно естественной влажности без предварительной сушки;
- высокая оборачиваемость оборотных средств (до 200 раз за год) позволяет значительно уменьшить прибыль на оборот, а, значит, и конечную цену;
- на порядок уменьшается число занятых в производстве;
- исключается субъективный человеческий фактор то, есть качество продукта зависит от технологии и состояния оборудования, а не от квалификации плотников.

Производство деревянных срубов с использованием соединения «норвежской замок» позволит качественно и оперативно решить проблему жилья, начиная от бюджетных и заканчивая элитными вариантами жилья. В настоящее время это особенно актуально при восстановлении жилья по окончании специальной военной операции в наших новых регионах, при ликвидации последствий стихийных бедствий (наводнений, пожаров и т.д.) а также с целью обеспечения качественным жильем сельских специалистов.

Список литературы

1. Джабраилова Н.Д. Влияние цифровизации на развитие бизнеса // Журнал прикладных исследований. – 2023. – №1. – С. 120-124.
2. Москвичев М.А. Цифровая трансформация строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Том 13, №3А. – С. 294-304.
3. Байбурун А.Х., Кочарин Н.В. Применение цифровых технологий в строительстве. – Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2020. – 167 с.
4. Платонов В.В., Лахтяков А.И., Салахов А.А., Ташматов Р.А. Станок для обработки лафета по технологии норвежской рубки // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2019. – №2(33). – С. 20-22.

Сведения об авторах:

Платонов Владимир Викторович – к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭМиАТ;

Платонова Елена Владимировна – к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭМиАТ.