

## КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТАНИН МАЛОГАБАРИТНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Федонин О.Н., Хандожко А.В., Щербаков А.Н., Захаров Л.А.

(ФГБОУ ВПО «БГТУ», г. Брянск, Россия

Тел. (4832) 58-82-89, [chandosh@yandex.ru](mailto:chandosh@yandex.ru) )

**Abstract:** *In the article the questions of design and manufacture of reinforced concrete load-bearing structures of metal-cutting machines. Was explored alternatives to the traditional cast-iron frame, taking into account technical characteristics, technology, availability, economic indicators. The methods and schemes of reinforcement, installation of embedded items, modern methods of producing concrete products with high performance*

**Key words:** *designing of machines, machines, concrete structures, technology for the production of frames*

Несущая система станка играет крайне важную роль при обеспечении его основных характеристик. При этом характеристики должны быть стабильными при значительных колебаниях нагрузок и температур. Важную роль играет технологичность отдельных деталей и конструкции в целом.

Наш коллектив был привлечен к проекту разработки и изготовления опытного образца малогабаритного шлифовально-заточного станка с ЧПУ. Станок спроектирован по модульному принципу с широким использованием унифицированных деталей и модулей. Изготавливаются лишь уникальные детали и узлы, а также выполняются сборочные операции. Одной из наиболее проблемных и ответственных деталей является станина станка. При ее проектировании возникли проблемы с выбором конструктивных решений. С точки зрения конфигурации конструкция достаточно проста — в первом приближении это плита с габаритными размерами: 590x600x150 мм.

Традиционным материалом станин станков является серый чугуун. Он имеет ряд важных достоинств. Главный недостаток чугунных станин — проблемы изготовления качественных габаритных отливок с небольшими припусками под механическую обработку. Структурные изменения в промышленности страны привели к значительному уменьшению предприятий, имеющих литейное производства, особенно чугунолитейное производство. Поэтому все чаще возникают технические проблемы получения заготовок станин для единичного изделия. Поэтому были рассмотрены альтернативы.

Имеется положительный опыт применения для станин и других материалов, в частности гранита, железобетона [1], полимербетона [3]. Нами был проведен анализ для выбора оптимального решения.

Гранитные станины часто используют для производства измерительной техники. Износостойкость, небольшой коэффициент линейного расширения определили область их использования — измерительные устройства. Но для металлорежущих станков этот материал создает определенные трудности. Он крайне нетехнологичен, сложно обеспечить монтаж стальных конструкций, при колебании температур возникают пространственные деформации.

Железобетонные конструкции в станках применяют достаточно давно и успешно [1]. Железобетон относительно технологичен, дешев, экологичен, доступен. Его удобно армировать, т. к. коэффициент теплового расширения стали и бетона отличаются незначительно. Механическая прочность качественного железобетона на сжатие практически равна прочности чугуна и выше чем у полимербетона. Коэффициент теплового расширения несколько больше по сравнению с чугуном, но существенно ниже чем у полимербетона. Вибрации он поглощает лучше чугуна, но

хуже полимербетона. Недостатками бетона является незначительная прочность при растяжении, возможность коррозии, изменение свойств во времени. Этим недостатки частично можно минимизировать за счет состава, правильного армирования, а также технологии заливки.

Полимербетоны представляют большую группу материалов, роль которых постоянно растет. Они являются композитом на основе смол и наполнителей. Обычно используют эпоксидные и полиэфирные смолы. Наполнители кварц, гранит (отсев и щебень), фарфоровые шарики и т.п. Возможно армирование станины, но с определенной осторожностью из-за различного коэффициента теплового расширения матрицы и стальной арматуры.

Разработанные швейцарскими машиностроителями в восьмидесятых годах полимербетонные станины нашли применение в станках повышенной точности. Главное достоинство материала — отличные характеристики виброгашения. Полимерные композиты снижают вибрацию в 10 раз лучше чем чугун и в 45 раз лучше чем сталь. Прочностные характеристики некоторых композиций приближаются к чугуну, но в целом механические характеристики полимербетонных составов составляют от соответствующих параметров чугуна не более 50%. Поэтому их применяют для точных станков, которые не работают на больших нагрузках.

Недостатками полимербетона в первую очередь является относительно сложная технология получения качественных отливок. Также нужно помнить о низкой температурной стойкости — начиная с температур 70° начинают терять свойства материалы на основе эпоксидных смол, начиная с 140° - на основе полиэфирных. Но все-таки главные проблемы в технологии заливки. Реакция затвердевания экзотермическая, что при наличии сложного армирования может привести к температурной нестабильности конструкции. При этом имеется значительная усадка, что требует корректив при проектировании отливки. Прочность сильно зависит от состояния поверхности наполнителей. Их нужно промывать, обезжиривать, обезвоживать. Процесс затвердевания идет с газовыделением, наполнитель захватывает воздух. Для обезгаживания при получении качественных отливок обязательно применение вакуумных технологий и строгое соблюдение температурного режима. Подводя итог можно сказать, что качественные полимербетонные конструкции можно получать только при серьезной технической подготовке, что мало применимо для опытного образца станка. Дополнительно нужно отметить высокую стоимость. Смола в среднем стоит около 270 руб/кг, а импортные аналоги дороже в 2-3 раза. По сравнению с железобетоном полимербетон дороже почти на порядок.

В результате технико-экономического анализа было принято решение выполнить станину из железобетона. Для уменьшения недостатков железобетона были приняты ряд мер, в первую очередь по оптимизации состава и технологии укладки. Деформации и разрушение материала, связанные с гигроскопичностью решались двумя путями. Во-первых, состав смеси был выполнен при минимально допустимом водоцементном соотношении — 0,3, а для улучшения удобоукладываемости был использован суперпластификатор и ускоритель набора прочности. Это обеспечило качество бетона, существенно снизило пористость и гигроскопичность. Песок и гранитный щебень были тщательно промыты для удаления пылевых фракций и прокалены для удаления неконтролируемой влаги. Для улучшения гранулометрического состава использовался щебень двух фракций (5-10 и 15-20 мм).

Второй недостаток — низкая прочность на растяжение был компенсирован армированием. Использована сложная система армирования с использованием отдельных линейных элементов, а также стальной сетки. Был рассмотрен вопрос создания напряженного железобетона, разработана технология и оснастка для создания

такой конструкции. Но расчеты показали, что для проектируемого станка прочность станины из железобетона достаточна даже без предварительного напряжения.

Работоспособность станины для возможных условий работы в условиях растяжения было решено дополнительно повысить за счет стальной несъемной опалубки. Это решает проблемы хрупкости материала — края конструкции защищены от случайных ударов при изготовлении и эксплуатации, улучшаются и декоративные свойства изделия.

Были проработаны конструкторские и технологические вопросы, изготовлена необходимая оснастка. Бетонная плита отливается в несъемной стальной опалубке. Опалубка выполнена в виде каркаса из листового металла.



Рис. 1. Форма с арматурой и системой закладных элементов

Арматура была закреплена резьбовыми соединениями к внешней опалубке, между собой в некоторых узлах скручена мягкой стальной проволокой. Сварочных соединений для уменьшения внутренних напряжений для крепления арматуры не применялось. Закладные элементы служат для установки рельсовых направляющих, опор ШВП, стойки, а также для ввинчивания опор и рым-болтов. Все они имеют анкерные элементы для надежного закрепления в бетоне. Между собой и с элементами арматуры они не связаны.

Были приняты меры для точного расположения закладных элементов по площади заливки. Плита отливалась на ровном основании, лицевой стороной вниз. Закладные элементы точно по разметке были закреплены резьбовыми элементами на этом основании. Чтобы упростить последующую обработку привалочных плоскостей закладных элементов, они были приподняты относительно плоскости бетона. С этой целью на опорной поверхности были проложены подкладки из плотной бумаги в местах установки закладных элементов прокладки были прорезаны. В итоге это обеспечило выступание поверхностей, подлежащих обработке, над бетоном на 0,4 мм.

Бетон заливался в опалубку сразу после приготовления. С целью повышения плотности, исключения пустот отливка подвергалась вибрационному воздействию. Из бетона, использовавшегося при заливке были сделаны несколько образцов-свидетелей для оценки предела прочности на сжатие. Результаты бетонирования можно оценить положительно. Испытания образцов показали, что обеспечена прочность, превышающая прочность обычного бетона марки 500. Поверхности заготовки имеют

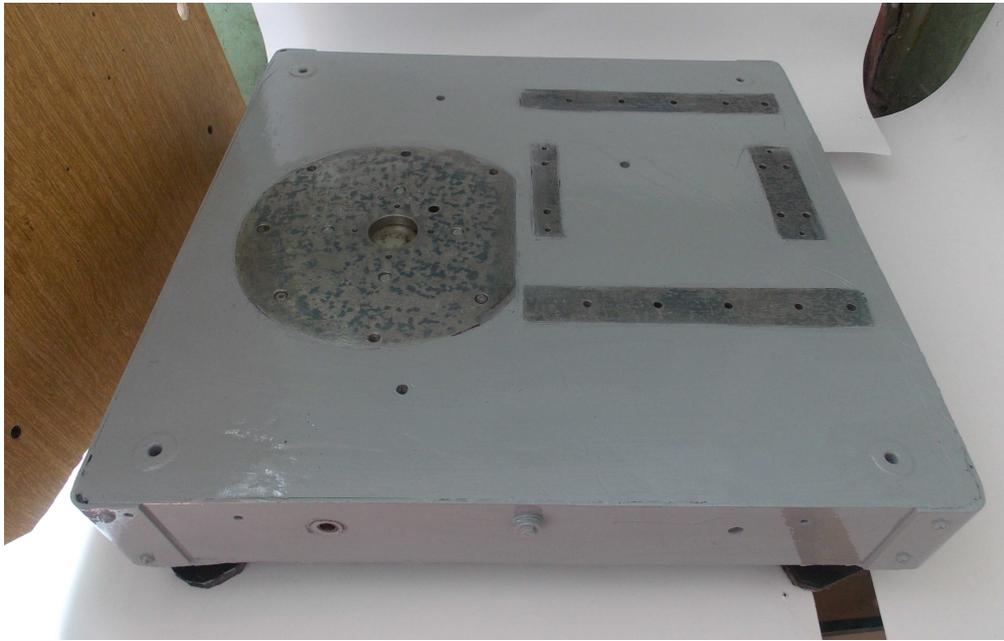
арматура, а также закладные элементы для монтажа узлов и деталей станка и транспортировки (рис. 1).

Арматура была закреплена резьбовыми соединениями к внешней опалубке, между собой в некоторых узлах скручена мягкой стальной проволокой.

Сварочных соединений для уменьшения внутренних

малую шероховатость, минимальную пористость, отсутствуют видимые дефекты. Закладные элементы после бетонирования сместились на величины не более 0,2 мм. После окончательного набора прочности станина была окрашена специальной алкидной краской глубокого проникновения марки для получения декоративных свойств и повышения коррозионной стойкости.

Плоскости для монтажа деталей и узлов станка обрабатывались шабрением. Пришабрены были два блока плоскостей. Первый включает в себя места монтажа



рельсовых опор и опор ШВП, второй — место для установки стойки. Отдельные блоки плоскостей шабрились по краске с использованием чугуновой поверочной плиты, параллельность этих двух

Рис. 2. Окрашенная плита с пришабренными базовыми элементами

блоков дополнительно контролировалась рамным станочным уровнем с ценой деления 0,02 мм/м. Результаты работы показаны на рис. 2.

Делая выводы, можно отметить следующее. Использование железобетона оправдано при изготовлении станин станков в мелкосерийном производстве. Применение современных материалов делает железобетон конкурентным по сравнению с чугуном и полимербетоном. Несъемная стальная опалубка решает проблемы хрупкости бетона и его малой прочности при работе на растяжение. Существующие технологии заливки обеспечивают изготовление качественных сложноармированных изделий, при этом можно обеспечить расположение закладных базовых деталей с точностью, не требующей дополнительной обработки на станках и позволяющей ограничиться шабрением.

**Список литературы:** 1. В.Н. Тригалева, В.О. Чеботаревич, С.М. Скоробогатов. Железобетонные станины металлорежущих станков. Учебное пособие - Москва: ГНТИ "Машгиз", 1960. 2. О.Я. Берг, Е.Н. Щербаков, Г.Н. Писанко. Высокопрочный бетон. Учебное пособие - Москва: Издательство строительной литературы "Стройиздат", 1971. 3. В.Е. Барт, Г.С. Санина, С.А. Шевчук. Применение полимербетонов в станкостроении. Учебное пособие - Москва: ВНИИТЭМР, 1985. 4. Металлический форум <http://www.chipmaker.ru/topic/27697/>