

УДК 621.941

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТАНИНАХ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Сергей Олегович Востриков, Иван Васильевич Безин

Студенты 5 курса

кафедра «Металлорежущие станки и комплексы»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: М.С. Куц

ассистент кафедры «Технологии машиностроения»

Для изготовления современных изделий в машиностроении, требующих высоких показателей шероховатости и точности, требуются современные металлорежущие станки. В значительной степени их качество определяется несущей системой (НС), материал которой работает при незначительных напряжениях, не превышающих, как правило, 100-150 кгс/см². Однако, вследствие неравномерности распределения нагрузки и концентрации напряжений в отдельных узлах, определяющее значение приобретают жесткость и виброустойчивость НС, т.к. они существенно влияют на стабильность процесса резания.

Станина, как основной элемент НС, должна иметь точные поверхности для крепления к ней узлов станка и минимальные температурные деформации, обеспечивать стабильность формы базовых поверхностей и точность в течении всего срока эксплуатации, обладать максимальными демпфирующими свойствами [1].

Традиционными материалами для изготовления станин являются чугун, бетон, гранит и сталь. В настоящее время технология разработки полимерных клеев и связующих, а также композитов на их основе достигла того уровня, что жесткость и прочность отливок из композитов на полимерной основе сравнима с аналогичными свойствами вышеупомянутых конструкционных материалов. Данный факт позволяют применять полимерные композиты в машиностроении и особенно очень эффективно в единичном и мелкосерийном производстве сложных и/или высокоточных узлов и деталей из-за высоких цены и требовательности к аккуратности работы. Конечно, есть исключения – например, отливка станин эффективна при любом объеме производства [2].

Не случайно в промышленно развитых странах реализуются крупные национальные программы по проблеме применения перспективных конструкционных материалов в станкостроении. Одним из таких материалов является минерал-полимерный композит, который широко осваивается в станкостроении. Минерал-полимерный композит (МПК) или полимерный бетон принципиально отличается от традиционного цементного бетона связующим материалом, а именно полимером вместо цемента. Фирменные названия МПК в станкостроении – гранитан, синтегран и другие [3].

МПК состоят из полимерного связующего на основе реакционно-отверждаемых смол, высокопрочного минерального наполнителя группы твердых пород (базальт, гранит, кварц и пр.), с размерностью частиц от 1,5 до 30 мм, и мелкодисперсных наполнителей, с размерностью частиц менее 200 мкм, а также специальных модифицирующих ингредиентов, позволяющих менять реологические свойства и эксплуатационные характеристики материалов. Спектр исходных характеристик связующего и наполнителей, применяемых в МПК, а также их количественное соотношение дают возможность получать конечные материалы с широкими пределами эксплуатационных свойств. Такое разнообразие позволяет применять МПК для производства деталей

станков и технологического оборудования различного назначения и с оптимальными характеристиками [4].

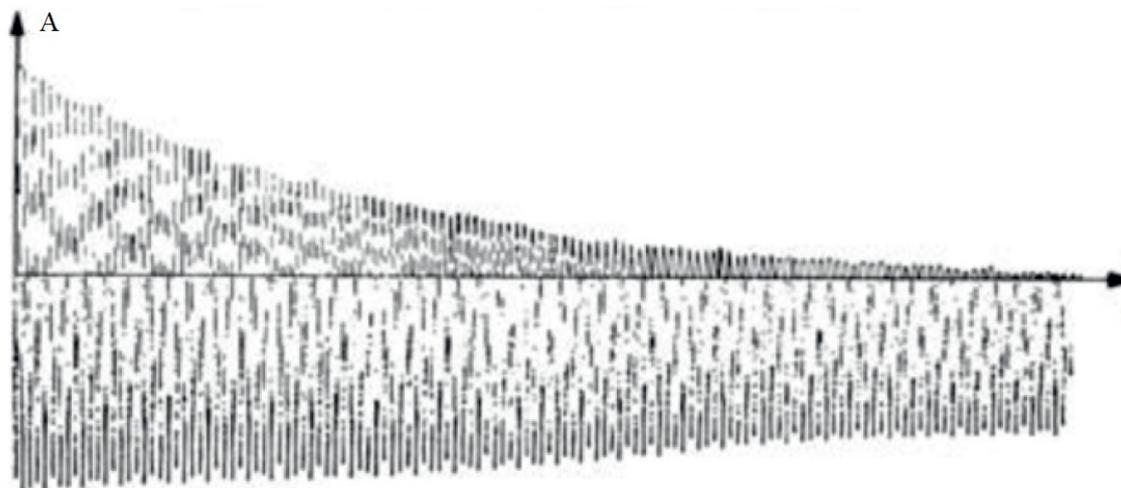


Рис. 1. График затухания колебаний (сверху – МПК, снизу – чугун) [7]

Как уже упоминалось выше, традиционно изготовление станин станков обычно производится либо литьём чугуна, либо сваркой стальных конструкций. Высокие температуры, возникающие при данных методах изготовления, требуют проведения дополнительной термообработки, а для прецизионных изделий – ещё и длительной выдержки для исключения коробления в процессе эксплуатации. Кроме того, такие детали требуют дополнительной механообработки, тем более, если они используются в точных узлах. Поэтому особая ценность технологии литья станин из МПК заключается в том, что после отливки из матрицы достают готовую станину, не требующую дополнительной обработки. Все необходимые крепёжные детали и упоры размещаются в матрице с высокой точностью, и поскольку при отливке нет коробления из-за высокой температуры, все размеры соблюдаются с высокой точностью [2].

В некоторых случаях станины отливаются из цементного раствора и бетона, но эти материалы имеют некоторые существенные недостатки, такие, как замедленное твердение, низкая прочность при изгибе, большое трещинообразование при высыхании и низкая химическая стойкость, которые решаются применением полимеров [5].

Основные физико-механические свойства чугуна, МПК и гранита приведены в таблице 1. Из приведенных данных следует, что МПК и гранит имеют свойства одного порядка. Однако МПК значительно превосходит гранит по технологическим возможностям формообразования деталей [3].

Таблица 1. Физико-механические свойства чугуна, МПК и гранита [6].

Материал	Чугун	МПК	Гранит
Плотность, кг/м ³	7000-7500	2500-2700	2600-3000
Кратковременная прочность, МПа:			
при сжатии	400-900	160-200	150-300
при растяжении	180-250	15-20	3-5
при изгибе	160-400	25-35	35-50
Модуль упругости при изгибе, МПа • 10 ⁻⁴	10-12	2,5-4,5	4-6
Коэффициент Пуассона	0,26	0,25-0,40	0,25
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К)	75,0	1,6-1,75	3,5
Удельная теплоемкость, Дж/(кг*К)	500-600	920-940	980
Температурный коэффициент линейного расширения, К*10 ⁻⁶	9-12	16-20	7-19
Водопоглощение за 24 час, %	-	0,02-0,05	0,05-0,1
Относительная демпфирующая способность	0,2	0,8-1,0	0,6

Применение МПК для базовых деталей станков обеспечивает существенное повышение их технического уровня, а именно: точности и чистоты обрабатываемых поверхностей, стойкости режущего инструмента (особенно керамического), производительности обработки. Технология производства деталей из МПК относительно проста и включает следующие основные операции: подготовка щебня, его рассев по фракциям и подача в смеситель через дозаторы; смешивание щебня с полимерным связующим; заливка смеси в форму, в которой закреплены металлические закладные элементы детали; виброуплотнение смеси в форме; выдержка в форме 10–15 часов и извлечение детали из формы [3].

Минерал-полимерные композиты успешно применяются ведущими производителями высокоточных станков, координатно-измерительных машин и другого технологического оборудования в промышленно развитых странах Европы и Северной Америки. Высокоточные металлорежущие станки и обрабатывающие центры за счет применения МПК обладают значительными конкурентными преимуществами перед аналогами с несущими системами из классических конструкционных материалов [4].

Литература

1. *Плетнёв В. А.* Анализ конструкций станин металлорежущих станков // Сборник статей Всероссийской научно-технической конференции студентов «Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии»: материалы конференции, 7 – 10 апреля, 2015, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. С. 30-32.
2. *Семенников В.В.* Применение клеев и композитов на их основе в прецизионном машиностроении // Станочный парк. 2011. № 3. С. 20–21.
3. *Шевчук С.А., Смайловская М.С.* Минерал-полимерный композит для станкостроения // Ритм машиностроения. 2011. № 10. С. 26–27.
4. Минерал-полимерный композиционный материал «Градиан»: [Электронный ресурс] // Центр прикладных исследований и инновационных разработок, 2015-2016. URL: <http://www.petrology.ru/files/cpiirkompozity-dlja-stankostroenija.pdf>. (Дата обращения: 14.03.2016).
5. *Рамачандран В.С., Фельдман Р.Ф., Коллепарди М., Мальхотра В.М., Долч В.Л., Мехта П.К., Охама И., Ратинов В.Б., Розенберг Т.И., Мэйлваганам Н.П., Рамачандран В.* Добавки в бетон: справочное пособие / под ред. В.С. Рамачандрана. М.: Стройиздат, 1988. 575 с.