

Современные токарно-фрезерные центры

Оптимальное решение для «хоббийного» и мелкосерийного производства

Согласно данным, представленным BusinesStat в 2015 г. («Анализ рынка металлообрабатывающих станков в России»), в период с 2010 по 2015 гг. количество продаж единиц металлообрабатывающего оборудования в России возросло с 579 до 903,7 тыс. штук. Это означает рост более чем на 50%.

Несмотря на то, что в 2015 и 2016 гг. продажи металлообрабатывающих станков были несколько ниже на фоне продолжающегося кризиса в экономике страны, BusinesStat в 2017 г. прогнозирует восстановление объема продаж, а в 2018 г. ожидает полноценного роста продаж на 7,9-13,6% в год.



Универсальный токарный станок Metal Master MML 2550

Развитие российского рынка металлообрабатывающего оборудования можно связать с появлением и развитием новых секторов производства, а именно мелкосерийного (изготовления специальных деталей, узлов и механизмов на заказ) и «хоббийного» (единичное изготовление деталей для личных нужд). Для достижения целей единичного и мелкосерийного производства необходимо оборудование, отвечающее следующим требованиям:

- высокая степень универсальности;
- надежность;
- возможность обеспечить требуемое высокое качество изделий.

В настоящее время получили широкое распространение универсальные токарные, фрезерные и сверлильные станки мощностью до 1 кВт. На рынке представлено множество моделей, имеющих схожую компоновку и реализующих схожие конструкторско-технологические решения.

Однако не стоит забывать о том, что единичное производство имеет ряд ограничений:

1) Оборудование должно требовать минимального пространства для размещения;

2) Оборудование должно обеспечивать реализацию требуемого качества при минимальных затратах на его приобретение и обслуживание;

3) Производство, на котором зачастую занят только один человек, предполагает использование только одной единицы оборудования в конкретный момент времени.

Учитывая все вышеперечисленные факторы, можно сделать вывод о том, что рациональным решением является использование для нужд единичного и мелкосерийного производства токарно-фрезерных цен-

тров (рис. 2). Данное оборудование появилось на рынке РФ относительно недавно, и статистика продаж свидетельствует о том, что до настоящего времени оно не обрело большой популярности. Этот факт связан с тем, что потенциальному потребителю сложно поверить в то, что симбиоз классических универсальных станков позволит реализовать весь функциональный потенциал его прародителей и обеспечит требуемое качество. Для того, чтобы убедиться в обратном, рассмотрим подробнее эффективность использования токарно-фрезерных центров в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Сравнительная характеристика возможностей токарно-фрезерного центра в отношении универсальных станков приведена в таблице 1. Для рассмотрения были взяты наиболее популярные модели станков: токарно-фрезерный центр Metal Master MML 2550M, токарный станок Metal Master MML2550 и фрезерный станок

Корвет 414 (характеристики взяты с сайтов поставщиков оборудования <http://www.korvet.su> и <http://metalmaster.ru>).

Из таблицы 1 следует, что токарные возможности центра не уступают возможностям обычного станка. В тоже время возможности фрезерной части, на первый взгляд, значительно отстают от возможностей классического фрезерного станка. Очевидными преимуществами обычного фрезерного станка являются: возможность использования инструмента большего диаметра, значительно больший диапазон перемещений шпиндельной бабки, наличие габаритного фрезерного стола с пазами для крепления тисков и специальной оснастки. Говорит ли это о том, что фрезерная часть центра избыточна и нефункциональна?

Первое, что хотелось бы отметить, это приведенные производителем максимальные диаметры концевой и торцевой фрезерования. Известно, что необходимая для фрезерования мощность прямо пропорциональна диаметру фрезерования. Соответственно, чем больше мощность двигателя, тем больший диаметр может иметь инструмент. Это означает, что токарно-фрезерный центр MML 2550M с мощностью фрезерной головки в 850 Вт должен обеспечить работу фрезами более широкого типоразмера, чем Корвет 414 с мощностью 600 Вт. Это говорит о том, что при приобретении оборудования не стоит слепо доверять техническим характеристикам, предоставленным производителями.

Габаритные размеры фрезерного стола, а также возможности хода шпиндельной бабки, определяют максимальные габаритные разме-



Токарно-фрезерный центр METAL MASTER MML 2550M

Характеристика	Токарно-фрезерный станок MML 2550M		Токарный станок MML 2550	Фрезерный станок Корвет 414
	Токарная часть	Фрезерная часть		
Масса, кг	228		125	145
Размеры (ДхШхВ), мм	1110x1050x440		1110x460x440	800x780x1040
Мощность, Вт	750	850	750	600
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	125-2000	100-3000	150-2500	100-2000
Межцентровое расстояние, мм	550		550	
Максимальный диаметр заготовки, мм	250		250	
Нарезаемые метрические резьбы, мм	0,4-3,5		0,4-3,5	
Нарезаемые дюймовые резьбы, TPI	10-44		10-44	
Максимальный диаметр концевой фрезерования, мм		20		25
Максимальный диаметр торцевой фрезерования, мм		40		50
Максимально расстояние между шпинделем и столом, мм		150		350
Ход шпиндельной бабки, мм		175		320

Таблица 1. Сравнение функциональных возможностей

ры обрабатываемой заготовки. Теоретически, на фрезерный стол Корвет 414 может быть установлена заготовка, имеющая габаритные размеры до 300x300 мм, однако на практике обработка такого размера заготовок на настольных станках представляется, по меньшей мере, затруднительной.

Качество и точность обрабатываемых изделий зависят от свойств технологической системы, а значит и от оборудования, на котором они изготавливаются. Определяющим параметром станка, влияющим на качество изготавливаемого изделия, является жесткость, то есть способность противостоять силам, вызывающим деформации. При сравнении токарно-фрезерного центра MML 2550M с токарным и фрезерным станками, можно установить, что их конструктивные элементы идентичны: чугунные станины, закаленные шлифованные направляющие, специальные опоры шпинделя. Все это свидетельствует о том, что качество обрабатываемых изделий на токарно-фрезерном

центре сопоставимо с качеством достигаемом на отдельных станках.

Как уже было отмечено выше, при выборе оборудования для единичного и мелкосерийного производства в условиях небольшого рабочего пространства необходимо учесть производственные возможности, технические параметры и цену оборудования. Сделаем сравнительную характеристику токарно-фрезерного центра и двух отдельно взятых станков (таблица 2).

Существуют различные аналитические методы, позволяющие просто и быстро определиться с выбором оптимального варианта оборудования для конкретного производства. В данном случае используем интегральный показатель конкурентоспособности изделия.

Данный подход основан на вычислении показателя конкурентоспособности, показывающего различия между сравниваемыми изделиями в потребительском эффекте, приходящемся на единицу затрат.

Характеристика	Токарный станок MML 2550 и фрезерный станок Корвет 414	Токарно-фрезерный станок MML 2550M
Общая масса оборудования, кг	270	228
Общая площадь оборудования, м²	1,1346	1,1655
Общая мощность приводов главного движения, Вт	1350	1600
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	150-2500 / 100-2000	125-2000 / 100-3000
Максимальные размеры заготовки	550 / Ø250; 300x300	550 / Ø250; 150x150
Цена, тыс. руб.*	214 786 (90 486+124 300)	142 933

Таблица 2. Сравнительные характеристики металлообрабатывающих станков

Примечание. Цены на оборудование взяты с веб-ресурсов официальных дилеров и компаний-производителей в России и актуальны на 14.04.2017.



Универсальный фрезерный станок мод. Корвет 414

Показатель конкурентоспособности определяется по формуле:

$$K = \frac{I_{TECH}}{I_{ЭКОН}}, \quad (1)$$

где I_{TECH} — сводный индекс технических параметров изделия; $I_{ЭКОН}$ — сводный индекс экономических параметров изделия.

Сводный индекс технических параметров I_{TECH} определяется по формуле:

$$I_{TECH} = \sum_{j=1}^n i_j \cdot a_j, \quad (2)$$

где i_j — относительный параметр качества изделия; a_j — коэффициент значимости (весомости) параметра; n — количество параметров качества, характеризующих изделие с точки зрения конкурентоспособности.

Относительный параметр качества изделия в зависимости от улучшения или ухудшения определяется по формуле:

$$i_j = \frac{P_1}{P_2}, \text{ или } i_j = \frac{P_2}{P_1} \quad (3)$$

где P_1, P_2 — значения параметра качества первого и второго рассматриваемого изделия соответственно.

Сводный индекс экономических параметров определяется по формуле:

$$I_{ЭКОН} = \frac{\Pi_{норм}^2}{\Pi_{норм}^1}, \quad (4)$$

где $\Pi_{норм}^1, \Pi_{норм}^2$ — цена потребления сравниваемых изделий.

Цена потребления — это затраты покупателя на приобретение и использование изделия на протяжении нормативного периода его

Наименование показателя	Единица измерения	Токарный станок MML 2550 и фрезерный станок Корвет 414	Токарно-фрезерный центр MML 2550M	Коэффициент весомости параметра	Относительный параметр качества	Индекс технических параметров
Общая масса оборудования	кг	270	228	0,1	1,18	0,118
Общая площадь оборудования	м ²	1.1346	1.1655	0,25	0,97	0,243
Общая мощность приводов главного движения	Вт	1350	1600	0,2	1,19	0,238
Универсальность, достигаемая диапазоном вращения шпинделя	балл	8	9	0,15	1,13	0,170
Универсальность, достигаемая параметрами заготовки	балл	10	7	0,3	0,7	0,21
Сводный индекс технических параметров						0,979

Таблица 3. Сводный индекс технических параметров.

эксплуатации. Для упрощенного расчета можно принять, что Цпотр равна стоимости оборудования.

Параметры, определяющие конкурентоспособность рассматриваемого к приобретению оборудования, представлены в таблице 3. Значения коэффициентов весомости выбраны умозрительно: если для конкретной практической задачи представляется важным, к примеру, чтобы станок занимал минимум места или имел минимальную массу, то соответствующие коэффициенты необходимо увеличить. Сумма всех коэффициентов должна быть равной единице.

Из таблицы 3 – индекс технических параметров Iтехн=0,979. Это значит, что, в соответствии с заданными параметрами и весовыми характеристиками, технически центр Metal Master MML 2550M незначительно уступает совокупности отдельно взятых токарного и фрезерного станков.

Рассчитаем индекс экономических параметров:

$$I_{экон} = \frac{142933}{214786} = 0,665$$

Тогда показатель конкурентоспособности:

$$K = \frac{0,979}{0,665} = 1,47$$

Значение показателя конкурентоспособности равно 1,47 означает, что с учетом технических и экономических показателей, токарно-фрезерный центр MML 2550M значительно эффективнее отдельно взятых единиц оборудования.

В настоящее время на рынке представлен широкий ассортимент оборудования, предназначенного для металлообработки в условиях мелкосерийного и единичного производства. Это и хорошо известные универсальные станки и недавно появившиеся токарно-фрезерные центры. Безусловно, не существует универсального решения по выбору оборудова-

ния в мастерскую. Даже в условиях единичного и мелкосерийного производства необходимо проработать технологию изготовления наиболее востребованных деталей, а также учесть особенности производства и только после этого приступать к выбору конкретной модели оборудования. При этом не стоит полагаться только на технические характеристики оборудования, приведенные в рекламных проспектах, предложенных производителями, ведь зачастую приведенные функциональные возможности тех или иных изделий завышены и не соответствуют реальности.

Если же возвращаться к вопросу – стоит ли покупать токарно-фрезерные центры для нужд мелкосерийного и хоббийного производства, то ответ лежит на поверхности – стоит, и еще как стоит!

Никита Канатников,
к.т.н., доцент кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных предприятий»
ФГБОУ ВПО «Государственный университет УНПК»