

УДК 621.941

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ ПРИ
ОБРАБОТКЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В
УСЛОВИЯХ
ООО «ТОРГИНВЕСТ», Г. КЕМЕРОВО.**

Салий Г.О., оператор станков с ЧПУ ООО «ТоргИнвест», г. Кемерово,
студент гр. МСб-211, IV курс, Коротков В.А., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева, г. Кемерово

Введение

В подземных выработках шахт для привода машин и механизмов, которым не требуется регулирование скорости, наибольшее применение получили взрывозащищённые асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Рудничные электродвигатели работают в весьма тяжелых условиях, отличающихся неблагоприятными характеристиками внешней среды, сложностью обслуживания, нестабильностью режимов загрузки оборудования и, следовательно, нагрузки на электродвигатели. Поскольку такие двигатели предназначены для работы в условиях, связанных с опасностью взрыва рудничного газа (метана) и горючей пыли, к ним предъявляются высокие требования взрывозащищенности, которые задаются в ГОСТ 31610.0–2014 «Взрывоопасные среды» и ГОСТ 14254–96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками» (степени защиты IP54 или IP55).

Представленная работа посвящена специфике изготовления деталей электродвигателей на вертикально-токарных станках с ЧПУ в производственных условиях ООО «ТоргИнвест», г. Кемерово. В качестве наглядного примера рассмотрен процесс изготовления подшипникового щита (рис. 1) электродвигателя модели АВР250, где в маркировке: А – обозначает асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором; В – взрывобезопасный; Р – с повышенным пусковым моментом (рис. 2, рис. 3).

Подшипниковый щит – это крышка или внешняя оболочка, защищающая подшипник от попадания влаги, пыли, грязи и других вредных субстанций. Он также предотвращает вытекание смазки, обеспечивая оптимальное функционирование подшипникового узла. Основная функция подшипникового щита – сохранить работоспособность подшипников на протяжении всего срока службы двигателя. При нарушении целостности щита возможно попадание вредных частиц в подшипники, что может стать причиной их износа и поломки. Также подшипниковый щит снижает вибрации и уровень шума, возникающего во время работы электродвигателя.

Подшипниковые щиты, используемые в электродвигателях серии АВР250, имеют взрывонепроницаемые поверхности, к которым предъявляются жесткие требования размерам зазоров. Так, обеспечивается

зазор между щитом и валом по качеству точности Н8 и обеспечивается шероховатость на сопрягаемой поверхности щита $Ra\ 6,3$. Фланец щита, стыкуемый в замок с корпусом электродвигателя имеет поле допуска на размер $0,05\text{ мм}$ и шероховатость поверхности $Ra\ 6,3$. Кроме того, подшипниковый щит имеет посадочное место под подшипник с качеством точности по Н7 и шероховатостью $Ra\ 1,6$.

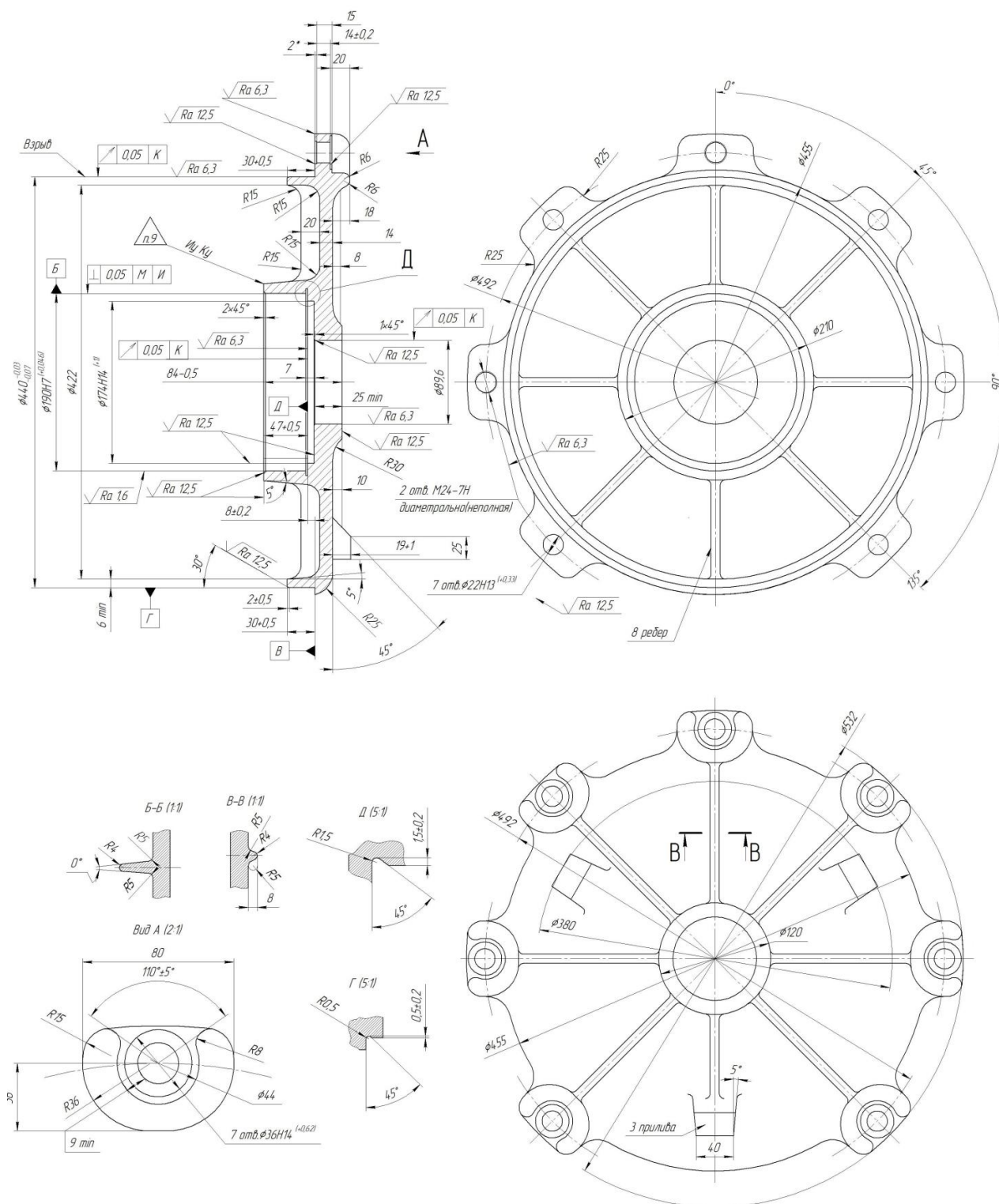


Рис.1 Чертеж подшипникового щита взрывозащищенного электродвигателя модели ABP250



а)



б)

Рис. 2. Внешний вид электродвигателя модели ABP250 (а) и его подшипникового щита на готовом к отгрузке двигателе (б)

Технологический процесс изготовления подшипникового щита

Для изготовления рассматриваемой детали используется литая заготовка повышенной точности из серого чугуна марки СЧ25 ГОСТ 1412–85 «Чугун с пластинчатым графитом для отливок». Использование серого чугуна для изготовления детали обосновано тем, что этот материал способен выдерживать значительные нагрузки и вибрации, обладает хорошей износостойкостью, и обеспечивает высокую жесткость на участках крепления.

Поставляемые на предприятие литые заготовки, после пескоструйной обработки, проходят обязательный входной контроль на:

1. макроанализ на наличие сколов и трещин;
2. измерение твердости (норматив 170...240 НВ);
3. контроль точности параметров отливки по ГОСТ 26645–85 и ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку» (точность отливки 10-0-0-1).

Технологический процесс изготовления щита содержит следующие операции и включает в себя различные виды механической обработки:

1. 005 – заготовительная (литье);
2. 010 – токарная (торцовка и обточка приливов);
3. 015 – токарная (наружный и внутренние диаметры, торец замка);
4. 020 – токарная (чистовой наружный и внутренние диаметры);
5. 025 – сверлильная (сверление отверстий и нарезание резьбы);
6. 030 – маркирование.

Токарная обработка подшипниковых щитов в условиях ООО «ТоргИнвест» производится на вертикально-токарных станках, например на

станке модели LCK850 со стойкой ЧПУ модели GSK980TDi. Конструкция станка позволяет обрабатывать крупногабаритные заготовки с диаметром до 850 мм на повышенных режимах резания с точностью позиционирования инструментов 0,005 мм по осям X/Z. Станок имеет 3-х кулачковый патрон и 8-и позиционную инструментальную револьверную головку с вертикальной поворотной осью (рис. 3 и рис. 4). Мощность привода шпинделя составляет 22 кВт, частота вращения 50÷1200 об/мин. Для токарных операций при изготовлении подшипникового щита двигателя АВР250 здесь используются два проходных упорных (черновой и чистовой) и два расточных упорных резца (черновой и чистовой) со сменными пластинами из твердого сплава.



Рис. 3. Вертикально-токарный станок модели LCK850 и литые заготовки подшипниковых щитов



Рис. 4. Проходные и расточные резцы со сменными пластинами, установленные в револьверную голову станка модели LCK850

Для контроля соблюдения необходимых размеров детали используется фасонный и универсальный мерительный инструмент: калибр-скоба, гладкие калибр-пробки или нутромер.

Процесс точения обеспечивается управляющими программами (далее – УП), написанными G- и M- кодами, предусмотренными производителем (китайской фирмой GSK) для программирования данной конкретной стойки ЧПУ модели GSK980TDi. Базовая часть кодов здесь полностью соответствует перечню кодов из международного стандарта, принятого в Российской Федерации под обозначением ГОСТ 20999–83 «Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ». Вариативная часть кодов, определенных стандартом, на этой стойке во многом соответствует принятым у японского производителя систем ЧПУ Fanuc. Для токарных операций при изготовлении подшипникового щита используется 4 УП, две из которых предназначены для черновой обработки, а две – для чистовой.

Перед началом рабочей смены все установленные в револьверную головку резцы привязываются по координате X. Для этого в патрон станка устанавливается цилиндрическая втулка со сквозным отверстием. Одним из проходных резцов (чистовым) в ручном режиме протачивается наружная поверхность на небольшую глубину, резец отводится вверх по координате Z на безопасное расстояние, вращение шпинделя останавливается. Микрометром измеряется проточенный диаметр, после чего в параметрах стойки станка «Offset» устанавливается соответствующая проточенному диаметру координата X для выбранного резца. Второй (черновой) проходной резец привязывается на касание при вращении шпинделя к проточенной поверхности. Затем цикл привязки по координате X осуществляется для расточных резцов. Чистовым резцом осуществляется расточка отверстия втулки на небольшую глубину, резец отводится вверх, станок останавливается. Нутромером измеряется диаметр расточенного отверстия и вносится в качестве координаты X в параметры «Offset» для выбранного резца. Черновой расточной резец привязывается на касание к обработанной поверхности. После этого можно переходить к обработке щитов.

Привязка резцов по координате Z будет производиться в процессе изготовления каждого щита. Такой подход к привязке инструментов обусловлен здесь тем, что литые заготовки и готовые подшипниковые щиты имеют достаточно свободные допуски на осевые размеры и при этом высокие требования к диаметральным размерам изделия.

Первым этапом обработки подшипникового щита, прописанным в первой УП, является проточка по цилиндру и по торцу приливов под кулачки (за которые заготовка будет зажиматься после переворота и переустановки), а также торцовка наружной поверхности у отверстия под вал. Операция осуществляется без жестких требований к размерам и шероховатости поверхностей и является черновой. Осуществляется черновым проходным упорным резцом. Заготовка зажимается в патроне кулачками за фланец под

будущий замок с корпусом электродвигателя. Черновой проходной упорный резец привязывается по координате Z. Привязка осуществляется на касание к торцевой поверхности прилива в следующей последовательности:

- 1) включаем вращение шпинделя по часовой стрелке с частотой 100 об/мин, задав команду в режиме «MDI» – M3 S100;
- 2) в ручном режиме перемещаем резец к приливу и касаемся вершиной его торцевой поверхности;
- 3) устанавливаем координату «0» по оси Z в параметрах станка «Offset».

Запускаем первую программу на выполнение. После отработки первой программы щит снимается из патрона, переворачивается и переустанавливается на проточенные приливы кулачками на зажим.

Перед запуском второй черновой УП привязываем черновой расточной упорный резец по координате Z на касание к торцевой поверхности фланца под подшипник. Запускаем вторую УП. По ней производится черновая расточка отверстия под вал, расточка двух цилиндрических поверхностей в гнезде под подшипник и обработка торцовых поверхностей в указанной зоне (черновым расточным резцом), а также черновое точение и торцовка фланца под замок и торцевой поверхности крепежных проушин (черновым проходным резцом).

После выполнения второй черновой УП производится привязка чистового проходного и чистового расточного резцов по координате Z на касание к обработанным начерно торцам фланца под замок и фланца под подшипник соответственно. Переходим к выполнению чистовых УП.

Первая чистовая УП (3-я по порядку выполнения) предназначена для чистовой обработки фланца под замок с корпусом электродвигателя. Она выполняется чистовым проходным упорным резцом. Вторая чистовая УП (4-я по порядку выполнения) предназначена для чистовой обработки гнезда под подшипник и отверстия под вал чистовым расточным упорным резцом.

Программы не объединены в одну и выполняются отдельно, поскольку указанные поверхности имеют весьма жесткие поля допусков на диаметральные размеры ($0,046 \div 0,054$ мм), которые контролируются в процессе изготовления. Управляющие программы написаны таким образом, чтобы обработка по диаметру велась по краю поля допуска или даже за его пределами (на $0,1 \div 0,2$ мм) с тем, чтобы «не прослабить размер» и всегда оставалась возможность осуществить корректирующий проход или проходы на обтачивание или растачивание (рис. 5). После первого цикла выполнения каждой чистовой программы станок останавливается и обработанная поверхность проверяется калибром или скобой. В случае, если фасонный мерительный инструмент не вставляется в контролируемое отверстие (или не надевается на контролируемый наружный диаметр), либо это происходит с трудом, «в натяг», то оператор корректирует соответствующую УП, изменяя координату X в цикле обработки на подаче G1 например на $0,01 \div 0,02$ мм или более, в зависимости от конкретной ситуации.

1 T0808 S250 M3	1 T0404 S250 M3
2 M8	2 M8
3 G0 X195.05 Z85	3 G0 X437
4 G1 X190.12 Z81 F0.3	4 Z60
5 G1 Z37	5 G1 X440.02 Z56.5 F0.3
6 G0 X89.70	6 Z28.75
7 G1 Z-1.5 F0.3	7 X455
8 G0 X85	8 G0 Z350
9 Z350	9 X460
10 M05	10 M30
11 M30	11
12	

а)

б)

Рис. 5. Управляющие программы для чистовой обработки гнезда под подшипник и отверстия под вал (а) и фланца замка (б)

Скорректированная чистовая УП выполняется на станке, после чего размер контролируется повторно. Такой подход позволяет избежать или минимизировать неустранимый брак. Также следует отметить, что для упрощения последующей корректировки УП при её написании можно использовать переход из абсолютной системы координат (G90) в относительную (G91) и обратно. В этом случае фрагмент программы, задающий глубину обработки перед чистовым проходом можно выразить последовательностью кадров программы ...G91; G1 X+(–)0.01; G90; Z..., где для дополнительного чистового прохода будет достаточно поменять цифровое значение после X.

С помощью токарной обработки на станке модели LCK850 все цилиндрические и торцовые поверхности получаются соосными, с необходимой точностью выдерживаются тепловые зазоры. Применение СОЖ (код M8 в УП) способствует уменьшению шероховатости получаемых поверхностей и повышению стойкости резцов за счёт уменьшения силы трения на границе контакта обрабатываемого материала с инструментом.

Обслуживание станка

Перед первым запуском УП, а также в процессе работы станка необходимо контролировать следующее:

- 1) Перед включением убедиться, что в масляный бачок станка налито достаточное количество гидравлического масла;
- 2) Убедиться, что в станок налито достаточно СОЖ;
- 3) При необходимости заменить изношенные сменные пластинки на резцах. При несвоевременной замене пластин может происходить их искрение при работе, биение из-за отгибов инструмента, скалывание пластин и, как следствие, ухудшение качества обработанных поверхностей;
- 4) Проверить настройки станка, наличие строки безопасности в УП на отключение настроек станка по выполненным ранее программам;

- 5) Проконтролировать и произвести привязку инструментов по координатам, не забывая производить корректировку привязки инструментов при замене пластин.

Все УП хранятся в памяти на стойке станка, при необходимости управляющую программу можно загрузить в станок при помощи USB-флэш-накопителя, предварительно написав программу на компьютере вручную, либо с помощью САМ системы, создав 3-D модель изделия. Последний вариант написания программ применяется для обработки сложных криволинейных поверхностей. После окончания работы станок необходимо очистить от остатков стружки, продуть съемные фильтры на корпусе сзади станка и обесточить станок.

Выводы

Применение вертикально-токарных станков с ЧПУ в условиях ООО «ТоргИнвест» позволяет добиться высокой размерной точности, выдержать необходимую шероховатость и существенно сократить время обработки подшипниковых щитов по сравнению с обработкой на токарных станках с обычной компоновкой. Наличие системы ЧПУ здесь также является неоспоримым преимуществом, так как позволяет быстро переналаживать станки с изделия на изделие и добиваться высокой производительности. Кроме того, наличие ЧПУ обеспечивает прогнозируемость продолжительности операций, что даёт возможность планировать объемы производства. Важным аргументом использования систем с ЧПУ является также повышение безопасности, поскольку оператор при включенном станке не имеет контакта с рабочей зоной.

Список литературы

1. ГОСТ 31610.0–2014. Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования. – Введ. 2015–06–17. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 81 с.
2. ГОСТ 14254–96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP). – Введ. 1997–01–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1997. – 32 с.
3. ГОСТ 1412–85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. – Введ. 1987–01–01. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 5 с.
4. ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 1987–07–01. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 55 с.
5. ГОСТ Р 53464-2009 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2009–12–09. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 62 с.
6. ГОСТ 20999–83. Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ. – Введ. 1983–03–28. – Москва : Изд-во стандартов, 1983. – 28 с.