

# ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР - ЗАЛОГ УСПЕХА

19 декабря 2019 года

Борис Георгиевич Хохряков, к.т.н., гл. инженер  
ООО НПО «Сибирский машиностроитель»,  
[www.nposibmach.ru/about/](http://www.nposibmach.ru/about/)



ООО НПО «Сибирский машиностроитель», организованное в 2003 году, выпускает электроприводы, устройства для размыва донных отложений в резервуарах и пожарно-техническую продукцию для нефтегазовых предприятий. В ее продукции используются многие инновации, в частности, волновые редукторы с промежуточными телами качения, которые дают продукции большие конкурентные преимущества. По характеристикам (несущая способность, точность, ресурс, плавность хода, вес, габариты и т.п.) волновая передача с промежуточными телами качения значительно превосходит все известные передачи.

Одним из сложных звеньев этой передачи является зубчатый венец. Его зубья представляют собой совокупность сопряженных укороченных гипоциклоид, выполненных с очень высокой точностью. Для обеспечения точной работы передачи рабочие зубья венца должны иметь отклонение от расчетного профиля не более  $\pm 4$  мкм, а шероховатость их поверхности не должна быть хуже 0,14 мкмRa при твердости рабочих поверхностей зубьев венца 60-63 HRC.

Обработка такого венца является очень сложной технологической задачей. Все попытки обработать профиль высокоточной фрезеровкой с последующим цементированием или азотированием оказались безуспешными. Обработка на координатно-шлифовальных станках с ЧПУ оказалась малопродуктивной и очень дорогой. Наилучшим и наиболее экономичным способом обработки зубьев таких венцов оказалась вырезка профиля на электроэрозионных проволочно-вырезных станках.

## Наилучшим и наиболее экономичным способом обработки зубьев венцов оказалась вырезка профиля на ЭЭ проволочно-вырезных станках

Заготовка представляла собой кольцо с наружным диаметром 300 мм и высотой 90 мм, изготовленное из стали ШХ15 с твердостью 63 HRC. В этой заготовке необходимо было вырезать зубчатый венец с заданными жесткими параметрами. Для выбора лучшего оборудования я сравнил время обработки, шероховатость поверхности и отклонение от заданного профиля. По всем этим параметрам впереди оказалась фирма «Содик».



Выбор был сделан в пользу станка компании «Содик», и мы приобрели станок. Завод начал серийный выпуск электроприводов с волновой передачей с промежуточными телами качения. Поскольку программа была огромной, станок работал круглосуточно без выходных и праздников. Потом программа начала наращиваться, и было куплено еще три станка Sodick. По имеющимся сведениям, сейчас тот завод имеет 6 станков фирмы Sodick.

В Сибирском регионе (Томск, Новосибирск, Бердск) на оборонных заводах тогда уже имелось несколько электроэрозионных проволочно-вырезных станков мод. AGIECUT, правда, ранних выпусков, на которых ЗАО «ТомЗЭЛ» ранее обрабатывал детали

«Венец». После приобретения станков Sodick подтвердилось, что их точность и производительность выше, чем у станков AGIECUT, и от обработки деталей на тех станках отказались.

Целесообразность выбора станков Sodick была обоснована следующими причинами. Во-первых, цена станков AQ537LW, AQ535LW и AQ325LW среди их аналогов оказалась самой малой. Станки фирмы Sodick имеют великолепную точность, полностью соответствующую заявленным техническим характеристикам. Мало того, рациональный подбор режимов обработки и оснастки позволили достичь на деталях «Венец» требуемую точность, сократив время обработки до двух проходов, за счет чего была достигнута максимальная производительность.

Программирование осуществляется прямо на станке, который оснащен богатой программой обработки практически любых профилей и автоматического выбора технологических режимов. Станки имеют 2 года гарантии, и это целиком подтверждено опытом жесткой промышленной эксплуатации в трехсменном режиме в условиях крупносерийного производства.

Продажу, наладку, сопровождение и все инжиниринговые услуги по оборудованию Sodick в России и странах СНГ выполняет фирма «СодикоМ» (Москва). Отличительная особенность фирмы - очень трепетное и профессиональное отношение к клиенту. По своему опыту я знаю, что на монтаж и запуск одного станка в эксплуатацию уходило не более 2-3 смен, причем станок сразу запускался в эксплуатацию. Фирма очень оперативно оснащает всех пользователей высококачественными расходными материалами: проволокой, ионообменной смолой, направляющими и т.п. на очень выгодных условиях. При разработке технологии ЭЭ обработки конкретных деталей и составлении управляющих программ специалисты «СодикоМ» оказали нашим предприятиям неоценимую помощь.

**Первый станок “Содик” отработал уже 18 лет, второй 13 лет, а третий 8 лет, но потерь точности и производительности не произошло вообще**

Станки фирмы Sodick компактно располагаются в производственном помещении, не критичны к его температуре и могут работать в автономном режиме несколько десятков часов, позволяя оператору обслуживать другое оборудование. Например, на НПО “Сибирский машиностроитель” оператор 3-х станков «Содик» одновременно работает еще и на токарном станке с ЧПУ.

Следует отметить гибкую ценовую политику фирмы «СодикоМ», которая всегда идет навстречу покупателю оборудования и при этом учитывает многие факторы. Кроме специальных скидок, фирма предлагает покупку оборудования в лизинг, а также продает станки, бывшие в эксплуатации, но прошедшие капитальный ремонт. Причем цена этих станков в разы меньше новых станков.

Наличие электроэрозионных станков Sodick на ООО НПО «Сибирский машиностроитель» и других предприятиях значительно упростило и подняло на качественно новый уровень инструментальное производство. Очень быстрое изготовление сложных точных вырубных штампов, профильного инструмента, точная обработка труднообрабатываемых материалов и т.п. стало обычным делом.

При разработке новых изделий стало возможным применение технических решений качественно нового уровня, реализация которых была ранее невозможна или чрезвычайно трудоемка на обычном технологическом оборудовании. Например, стало возможным изготовление точных безшпоночных профильных соединений вал-втулка, в том числе конической формы, высокоточных зубчатых колес с большой коррекцией и колес незвольвентного профиля, сложно-профильных кулачков, формовочных фильер различного назначения и многого другого.

Мощный процессор и программное обеспечение станка позволяют на этапе составления управляющей программы в мельчайших деталях, с точностью до микрон, рассмотреть на экране профиль линии реза, найти возможные ошибки в построении этой линии и внести необходимые коррективы. Линейные двигатели обеспечивают высочайшую точность станка и практически не требуют обслуживания.

Производительность станка можно увеличить, обеспечив прилегание с минимальным зазором сопел прокачки к зоне резания. Для этих целей нами изготовлены самоцентрирующиеся зажимные приспособления, оставляющие максимально открытыми зоны резания с обеих сторон детали. Экономия можно получить, восстанавливая ионообменную смолу. Существует множество способов оптимизации управляющих программ.

Длительная эксплуатация ЭЭ станков позволила найти некоторые решения, которые позволяют снизить производственные затраты. Например, если на приемном канале бака сбора воды установить сильный постоянный магнит, помещенный в полиэтиленовый пакет, то этот магнит станет мощным сборником частиц – продуктов электроэрозии, а вывернутый после этого пакет – простым отделителем частиц от магнита и утилизирующей емкостью этих частиц.



Следует отметить, что эксплуатация электроэрозионных станков Sodick очень проста и снимает многие проблемы, связанные с приобретением высокоточного дорогостоящего и малопроизводительного оборудования и режущего инструмента большой номенклатуры. Из расходных материалов нужны: проволока, фильтры, ионообменная смола и антикоррозионный раствор.

### Наш многолетний опыт эксплуатации показал, что не нужно экономить на более дешевой проволоке, фильтрах и алмазных направляющих

и некачественных расходных материалов приводит к резкой потере точности обработки и, как следствие, потере качества выпускаемой продукции. Начинают возникать непредвиденные отказы станков, которые срывают намеченные планы и требуют дорогостоящих ремонтов. И как хороший совет: во избежание непредвиденных проблем нужно покупать фирменные расходные материалы и комплектующие у фирмы «СодикоМ».

Широкое использование электроэрозионных станков в современном производстве позволило бы отечественному машиностроению ускорить выход на новый этап развития и выпустить конкурентоспособную продукцию.

В ООО НПО «Сибирский машиностроитель» ежегодно растут объемы производства, разработаны и готовятся к постановке на производство еще три новых изделия, оснащенных волновыми редукторами с промежуточными телами качения. В связи с чем возникает необходимость покупки еще нескольких проволочно-вырезных станков фирмы Sodick, которые становятся в производстве обычным технологическим оборудованием.

В настоящее время наш завод имеет три электроэрозионных станка: AQ325L 2001 года выпуска, AQ537L 2006 года выпуска и AG400L 2011 года выпуска. Все станки работают в круглосуточном режиме без выходных и праздников, остановка производится только для планового технического обслуживания. За все время эксплуатации сбоев в работе практически не было. Первый станок отработал уже 18 лет, второй 13 лет, а третий 8 лет, но потеря точности и производительности вообще не произошло.

Скорее всего, это объясняется тем, что станки Sodick имеют термостабильную керамическую рабочую зону FineXセラ со сверхмалым тепловым расширением и практически отсутствием износа. Будучи в Японии на заводах фирмы Sodick, я видел производство элементов этой зоны. Все делается на высочайшем уровне, однако нас допустили на это посмотреть лишь мельком, т.к. вся технология представляет техническую тайну.

Во время эксплуатации требуется только вовремя проводить техобслуживание, своевременно менять защитные кожухи, направляющие проволоки, тоководы и фильтры. Особенно тщательно нужно проводить периодическую очистку всей рабочей зоны, т.к. там осаждаются много шлама.

В волновом редукторе с промежуточными звеньями имеется еще одна сложная по технологии деталь – сепаратор. Редуктор тяжело нагружен, в нем используются тела качения – ролики. Требуется высокоточная обработка сложнопрофильных пазов в сепараторе, расположенных друг относительно друга с угловой погрешностью не более  $3'$  в детали с твердостью 34–38 HRC.

Опыт эксплуатации ЭЭ станков показал, что при обработке сложнопрофильных деталей высокой твердости на финишных операциях наиболее выгодно во многих отношениях использовать эти станки в качестве именно обычного технологического оборудования. Наш многолетний опыт эксплуатации также показал, что не нужно экономить на более дешевой проволоке, фильтрах и алмазных направляющих. Использование дешевой



В настоящее время паз обрабатывается мелкой фрезой диаметром менее 4 мм на станке с ЧПУ. Операция малопроизводительна и трудоемка даже при использовании современного обрабатывающего центра, так как стойкость фрезы невелика.



Технологическая проработка показала, что при обработке таких деталей выгодно использовать ЭЭ проволочно-вырезной станок, оснащенный автоматическим программно-управляемым поворотным столом. При этом производительность может повыситься почти в 1,3 раза, а точность – практически на порядок.

По своему опыту я знаю, что высочайшая надежность станков в станкостроении достигается очень редко, но в случае с ЭЭ станками Sodick это обеспечено тщательнейшей и талантливой разработкой конструкции ЭЭ станков и сверхвысокотехнологичным производством. В этом я убедился, побывав на заводах фирмы Sodick в Японии.

Наш завод часто посещают коллеги и, увидев станки Sodick, услышав об их надежности и точности, принимают решение об их покупке. Такие станки в Томске кроме нас купили: ООО «Сибирская машиностроительная компания», ООО «Сибирская электротехническая компания», ЗАО «ТомЭЛ», ОАО «Томский электротехнический завод». И сейчас в городе их насчитывается уже 15 штук. Все они работают в очень интенсивном режиме, и нареканий к их работе нет. На них выполняются самые сложные и трудоемкие работы. Я благодарен судьбе, что в свое время принял правильное решение о покупке электроэрозионных станков Sodick. И это решение полностью и с лихвой себя оправдало.