

**Тезисы докладов II Международного инструментального саммита
RosMould – 2007**

**«Проблемы конкурентоспособности российского рынка формообразующей
оснастки и его интеграции во всеобщую экономическую систему»**

***Стратегия партнерства ОАО «СИБУР Холдинг» с российскими
предприятиями малого и среднего бизнеса по комплексному развитию
производства изделий из пластмасс***

Гарифуллин Евгений Сергеевич,
канд. техн. наук, менеджер
ОАО «СИБУР Холдинг», Москва

Лидер отечественной нефтехимии, открытое акционерное общество «СИБУР Холдинг» является вертикально-интегрированным холдингом, перерабатывающим по единой технологической цепочке значительный объем российского углеводородного сырья, начиная от первичной переработки попутного нефтяного газа и заканчивая производством товаров из пластмасс и резины. На предприятиях, входящих в Холдинг, выпускается более ста наименований нефтехимической продукции. Весной 2007 года в «СИБУР Холдинге» утверждена стратегия развития переработки полимеров, в рамках которой поле переработки полимеров разделяется на две части. Первая – это **проекты для освоения собственными инвестициями**. Вторая – это **проекты, в которых компания готова оказывать взаимовыгодную поддержку малому и среднему бизнесу**, заинтересованному в производстве и сбыте пластмассовых изделий.

Собственные проекты СИБУРа. Из нескольких десятков изученных СИБУРом возможных проектов по переработке пластмасс в первую группу были отобраны три проекта, отличающиеся крупнотонажностью и/или наукоемкостью, а также относительной узостью ассортимента. Данными проектами стали: производство и сбыт компаундов на основе ПЭ, ПП и АБС; производство и сбыт георешеток и нетканых полотен на основе ПП и ПЭТ; производство и сбыт пластиковых труб на основе ПЭ, ПП и ПВХ.

На новых производствах предполагается выпуск изделий с использованием полимеров, синтезируемых на предприятиях компании. Для успешного внедрения этой части стратегии проводится набор профессиональных кадров для подготовки и внедрения перечисленных проектов – на роли инженеров-технологов, научных руководителей, руководителей по коммерческим вопросам, специалистов по инвестиционному планированию и развитию.

Совместные проекты СИБУРа. Во вторую группу – совместные предприятия – вошли пять типов проектов, инициатива и основной груз ответственности за реализацию которых, должны лежать не на СИБУРе, а на более узкоспециализированных партнерах-переработчиках пластмасс.

СИБУР готов оказать содействие в реализации следующих проектов: производство пенополистирола (ХРЗ и блочный); производство БОПП и КАСТ-пленок; производство ПВХ листов и профилей (сайдинга, подоконников и пр.); производство мешков из ПП и ПЭ, производство литевых изделий для автопрома.

Для реализации проектов по данным направлениям СИБУР готов оказать поддержку при формировании бизнес-планов, получении капитального финансирования проектов, обустройство производства на площадках с готовой инфраструктурой и предоставлении гарантий поставок собственного сырья. Данные взаимоотношения планируется закрепить с помощью Генеральных Соглашений о Партнерстве.

Цель выступления – привлечение потенциальных партнеров по бизнесу переработки полимеров, а также распространение информации о вакансиях для высококвалифицированных кадров. Во время выступления были детальнее озвучены перечисленные проекты, по которым СИБУР уже готов начать работать самостоятельно или с партнерами-переработчиками пластмасс.

Финишное плазменное упрочнение инструмента, штампов и пресс-форм

Тополянский Павел Абрамович,
канд. техн. наук,
Генеральный директор НПФ «Ппазмацентр»,
Санкт-Петербург

Для повышения долговечности режущего инструмента и деталей технологической оснастки в промышленности применяются известные технологии нанесения износостойких покрытий: вакуумное ионно-плазменное напыление, электроискровое легирование, финишное плазменное упрочнение (ФПУ); технологии модифицирования поверхности: лазерная и плазменная закалка.

При лазерной и плазменной закалке, проводимой в воздушной среде, возможно окисление обрабатываемой поверхности. В процессе электроискрового легирования невозможно получение тонкопленочных покрытий толщиной порядка нескольких микрометров. При вакуумном ионно-плазменном напылении температура обрабатываемых изделий при нанесении покрытия составляет 250-500°C, а толщина покрытия значительно зависит от разнотолщинности изделия и его расположения относительно испарителя.

В последнее время появилось много публикаций о применении алмазных и алмазоподобных пленок для упрочнения режущего инструмента и деталей технологической оснастки. В Германии выпущен даже специальный стандарт VDI 2840 на алмазоподобные покрытия. Реализации этих процессов основаны на использовании дорогостоящего вакуумного оборудования.

Финишное плазменное упрочнение (ФПУ) инструмента и технологической оснастки, обеспечивающее нанесение алмазоподобного тонкопленочного (до 3-х мкм) покрытия в безвакуумном пространстве при атмосферном давлении, относится к новым промышленным технологиям. Процесс упрочнения инструмента, оснастки и деталей машин происходит при интегральной температуре нагрева изделий порядка 100°C без изменения исходной шероховатости рабочих поверхностей.

Основным принципом нанесения алмазоподобного тонкопленочного покрытия, взятым за основу данной технологии, является разложение паров жидких технологических препаратов, вводимых в дуговой плазмотрон, с последующим

прохождением плазмохимических реакций и образованием покрытия на изделии.

В качестве исходных веществ для получения алмазоподобного покрытия на основе оксикарбонитрида кремния используются металлоорганические и органические соединения в жидком состоянии. Расход технологических препаратов при односменной работе установки не превышает 0,5 л/год. В качестве плазмообразующего газа, используемого в дуговом плазмотроне, выбран аргон, применение которого основывается на требовании долговечности и надежности элементов плазмотрона при длительном ведении процесса. При этом стойкость катодного и анодного узла плазмотрона при ФПУ достигает порядка 1000 часов непрерывной работы.

Одной из основных особенностей ФПУ, связанной с повышенными скоростями охлаждения осаждаемого покрытия и наличием элементов-аморфизаторов, является аморфное состояние наносимого покрытия, которое имеет повышенную твердость (до 53 ГПа), высокое удельное электрическое сопротивление (10^{10} Ом·м), низкий коэффициент трения, обладает химической инертностью. Известно, что в аморфных материалах отсутствуют дефекты, характерные для кристаллических тел. В них нет границ зерен, дислокаций, их структура гомогенна, диффузия по вакансиям более затруднительна, они изотропны. Аморфные покрытия применяются в качестве барьерных пленок, предотвращающих быструю диффузию, пассивирующих пленок, повышающих коррозионную стойкость материалов и препятствующих коррозионному растрескиванию под напряжением и водородному охрупчиванию.

В покрытии отсутствуют микротрещины, несплошности, поры и другие дефекты. Формируется упрочняющее покрытие в виде оптически прозрачной пленки, которая на полированной поверхности дает интерференционную картину с радужными оттенками от фиолетово-голубого до зелено-красного цветов.

Сравнительные характеристики адгезионных свойств алмазоподобного покрытия, наносимого методом ФПУ, и покрытия нитрида титана, наносимого ионно-плазменным напылением в вакууме на оптимальном режиме на установке ННВ-6.6И1 исследовались склерометрическим методом. Основой являлась термообработанная инструментальная сталь Р6М5. В качестве индентора применялся алмазный конус Роквелла с углом при вершине 120° , передвигаемый по поверхности покрытий со скоростью 3 см/мин. Вертикальная нагрузка на индентор увеличивалась до тех пор, пока не достигалась её критическая величина, при которой покрытие полностью отделялось от подложки. Данную критическую нагрузку определяют, исследуя полученные царапины под металлографическим микроскопом. В результате проведенных исследований выявлено, что критическая нагрузка, при которой появлялись первые сколы и отслоения покрытия из нитрида титана, составляла 35 Н, а для покрытий, нанесенных методом ФПУ – 65 Н.

Субмикрорельеф рабочих поверхностей образцов (рис.2), исследованный на просвечивающем электронном микроскопе ЭММА-2 методом углеродно-

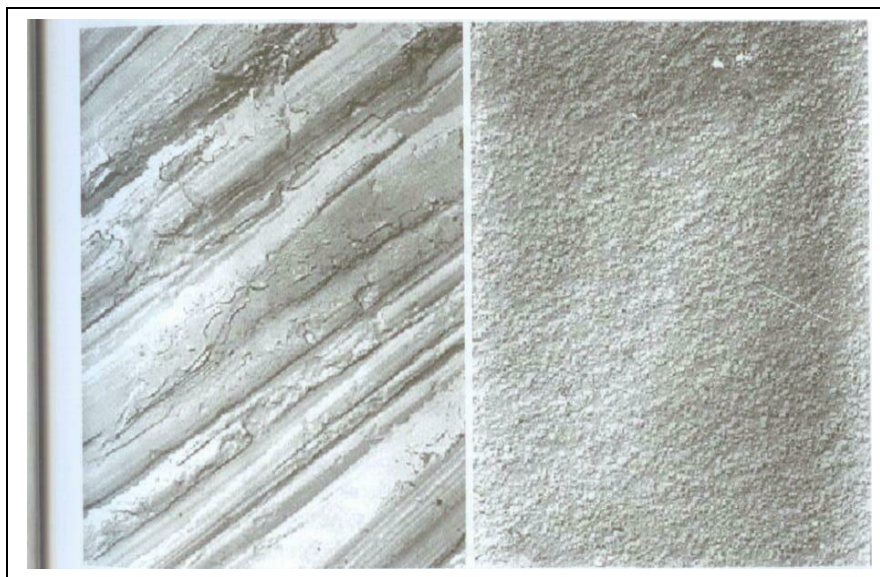


Рис.2. Микрорельеф поверхности до (слева) и после (справа) ФПУ

серебряных реплик, показал высокооднородную характерную шероховатость, присущую поверхностям после ФПУ (в то время как субмикрорельеф поверхностей до ФПУ имеет явно выраженные многообразные следы – риски и дефекты от предшествующей абразивной обработки). Изменение топографии поверхности после ФПУ является подтверждением того, что покрытие осаждается на микродефектах поверхности, залечивая тем самым дефектные зоны, образованные при предшествующей шлифовальной операции.

Наносимое алмазоподобное покрытие, являясь диэлектриком, образует пленочный барьер, препятствующий схватыванию контактируемых поверхностей. Кроме того, это покрытие обладает повышенной коррозионной стойкостью и жаростойкостью, что подтверждается длительными испытаниями образцов на воздушную коррозию при температурах до 1000-1200°C.

Испытания на трение и износ проводилось в соответствии с ГОСТ 23.224-86 на установке СМЦ-2. Для этой цели использовались образцы диаметром 38 мм, толщиной 12 мм из стали Р6М5, на которые наносилось алмазоподобное покрытие методом ФПУ и покрытие TiN методом ионно-плазменного напыления в вакууме. В качестве контртела использовались термообработанные до твердости HRC 63 образцы из стали ШХ15. Условия контакта – трение качения с 20% проскальзыванием со смазкой. В качестве смазки применяли индустриальное масло И-20 (ГОСТ 20779-75). Испытания проводили при частоте вращения образца 1000 мин⁻¹ при нагрузке 1650 Н. Для сравнения также использовался образец из термообработанной стали Р6М5.

В процессе эксперимента регистрировались значения момента трения и массового износа образцов и рассчитывались коэффициенты трения и интенсивность изнашивания.

Получены следующие результаты исследования триботехнических свойств пар трения:

Обработка поверхности	Без покрытия	Ионно-плазменное напыление TiN	ФПУ с нанесением алмазоподобного покрытия
Интенсивность изнашивания J, 10^{-9} кг/м ³	6,40	4,13	3,45
Коэффициент трения f, 10^{-3}	14,50	8,43	7,03

Таким образом, на основании испытаний на трение и износ было определено, что коэффициент трения и интенсивность изнашивания поверхностей с алмазоподобным покрытием уменьшается практически в 2 раза по сравнению с исходной поверхностью стали Р6М5 и меньше на 20%, чем покрытие TiN, нанесенное в вакууме.

Для определения качества нанесения покрытия разработан прибор контроля роста толщины покрытия в процессе ФПУ (рис.3) с использованием в качестве датчика самой плазменной струи. Прибор обеспечивает цифровую индикацию сигнала по одному или двум параллельно включенным входным каналам, вывод его текущего значения на жидкокристаллический графический экран в



Рис.3. Прибор контроля нанесения алмазоподобного покрытия

координатах ток-время, сохранение графического изображения значений измерительного микротока и времени в энергонезависимой памяти. Результаты измерений архивируются в энергонезависимой памяти прибора емкостью 4 Мб (более 1 млн. измерений) и могут быть перенесены на персональный компьютер.

Отдельные примеры использования процесса ФПУ.

1. Многократное повышение стойкости оснастки для стеклоформирующих машин (рис.4). Оснастка для стеклоформирующих машин (черновая и чистовая форма, горловое кольцо, поддон чистой формы, плунжер, воронка, донный затвор, плунжерное кольцо) предназначена для формования стеклоизделий и работает в непосредственном контакте с жидким стеклом. Формование производится в интервале

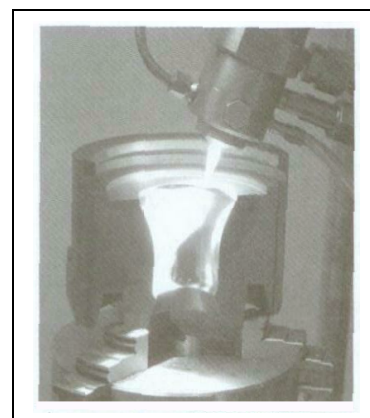


Рис.4. ФПУ формы для прессования стеклянной тары

температур 700-1000°C, а формовая оснастка эксплуатируется в тяжелых условиях термоциклических нагрузок. Основными материалами для литейного изготовления формовой оснастки являются серые и высокопрочные чугуны.

С целью многократного повышения долговечности формовой оснастки на её рабочие поверхности наносится алмазоподобное тонкопленочное покрытие методом ФПУ. Покрытие имеет твердость порядка 52 ГПа, является термостойким и химически инертным. При этом отпадает необходимость наплавки на рабочие поверхности износостойких порошковых материалов на основе никеля.

Использование данной технологии на ООО «ТД «АзовСтекло» показало повышение стойкости формовой оснастки более чем в 5 раз.

2. Упрочнение технологической оснастки, используемой в массовом патронном производстве (рис.5)

При массовом изготовлении патронов используется большое многообразие специализированного режущего инструмента, штамповой оснастки, мерительного инструмента, изготавливаемых из инструментальных сталей и твердого сплава. Одним из основных расходуемых инструментов является формообразующая оснастка, которая испытывает высокие динамические ударные нагрузки и интенсивное трение рабочих поверхностей с обрабатываемой деталью. С целью повышения твердости поверхности инструмента, уменьшения коэффициента трения между инструментом и обрабатываемой деталью, получения на инструменте химически инертного покрытия противодействующего образованию задиоров и налипания, уменьшения параметров шероховатости рабочих поверхностей инструмента применяется технология ФПУ.

Промышленные испытания упрочненной оснастки на ОАО «Тульский патронный завод» показали повышение её стойкости более чем в 3 раза.

3. Повышение долговечности инструмента, используемого при изготовлении подшипников качения

При массовом изготовлении подшипников качения используется многообразный инструмент: режущий, кузнечный (к автомобильным линиям) инструмент полугорячей калибровки раскаткой, штамповый, высадочный, мерительный и др. Применительно к широкой номенклатуре данного инструмента предлагается использовать технологию ФПУ. С использованием этой технологии обеспечивается локальное упрочнение изнашиваемых поверхностей различного инструмента за счет нанесения тонкопленочного (до 3 мкм) алмазоподобного покрытия. Покрытие имеет следующие свойства: твердость 52 ГПа (в большинстве случаев твердость основы инструмента составляет порядка 8-14 ГПа): низкий коэффициент трения (при испытаниях на трение и износ с контртелом из материала ШХ15 коэффициент трения составляет 0,007, при тех же условиях без покрытия коэффициент трения равен 0,015); покрытие уменьшает параметр шероховатости поверхности R_a (в зависимости от исходной шероховатости) более чем в 2 раза; сохранение твердости и внешнего вида при повышенных температурах до 1000°C; отсутствие взаимодействия с любыми веществами (кроме плавиковой кислоты) за счет химической инертности.

Промышленные испытания упрочненного инструмента (высадочного и штампового) на ОАО «Волжский подшипниковый завод» показали повышение его стойкости в 4-6 раз.

4. Многократное повышение стойкости холодновысадочного инструмента (рис.6)

Холодной высадкой и выдавливанием из сталей и цветных металлов изготавливают метизы (болты, гайки, шурупы), различные детали универсального назначения (звездочки, шестерни и т.п.), разнообразные формообразующие детали, испытывающие значительные динамические ударные нагрузки, абразивное изнашивающее воздействие.

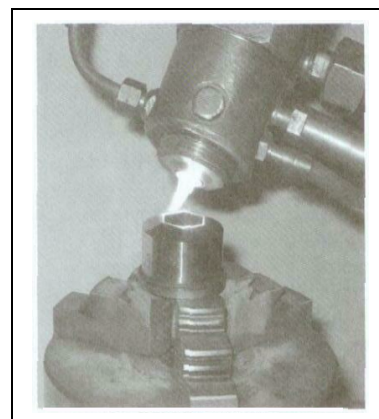


Рис.6. ФПУ
холодновысадочного
инструмента

С целью повышения твердости поверхности инструмента, уменьшения коэффициента трения между инструментом и обрабатываемой деталью, получения на инструменте химически инертного покрытия, противодействующего образованию задиров и налипания, для уменьшения параметров шероховатости поверхностей инструмента, применяется технология ФПУ. Промышленные испытания холодновысадочного инструмента после ФПУ на промышленных предприятиях показали повышение его стойкости в 4-6 раз.

Использование установок для ФПУ на промышленных предприятиях позволяет уменьшать количество изготавливаемого и закупаемого инструмента и оснастки; экономить инструментальную сталь (в связи с уменьшением количества изготавливаемого инструмента и оснастки); уменьшать объем заточных операций и количество приобретаемого шлифовального инструмента (в связи с использованием упрочненного инструмента и оснастки); уменьшать затраты, связанные с настройкой и переналадкой прессов, станков и другого оборудования, в связи с использованием более долговечного инструмента и оснастки; интенсифицировать режимы обработки и, соответственно, увеличивать производительность труда при использовании упрочненного инструмента и оснастки.

Опыт использования нормализованных комплектующих деталей и узлов при производстве технологической оснастки

Волков Герман Александрович,
директор по производству ОАО «Завод Прогресс»,
Санкт-Петербург

Нормализованные комплектующие детали и узлы в инструментальном производстве – не новость. В ОАО «Завод Прогресс» всегда существовал склад нормализованных деталей, но пополнялся он за счет собственных ресурсов – инструментальные цеха изготавливали партии деталей по заказу, получаемому со склада. По экономическим причинам, для снижения себестоимости одной детали, требовалось увеличивать их количество в партии, но это приводило к необходимости загружать металлообрабатывающее оборудование, отвлекало от основной задачи – изготовления формирующих деталей, что, в конечном счете,

увеличивало общий срок изготовления отдельного заказа оснастки. Поэтому с 2004-го года завод начал осваивать использование комплектующих, производимых специализированными компаниями. После маркетингового анализа выбор поставщика был сделан в пользу компании «Strack», дистрибьютором которой по Северо-Западу является финская компания «T.Oinonen». Заявленный срок поставки комплектующих 2-3 недели – самый короткий среди конкурентов.

Склад готовых изделий и заготовок был организован в ОАО «Завод Прогресс» в 2005 году. Наиболее широко используются толкатели. Технология изготовления толкателей у поставщика отличается от принятой ранее в инструментальном цехе завода. Она значительно экономичнее и эффективнее, что обеспечивает существенную выгоду на производстве. Возникла необходимость содержания на складе большого ассортимента типоразмеров толкателей, что значительно сократило сроки ремонта оснастки, производимых доработок и доводок при испытаниях. Постоянное увеличение объемов заказов потребовали постоянного содержания на складе других комплектующих: ниппелей, упоров, фиксаторов, воздушных клапанов, пробок.

Использование нормализованных комплектующих повлекло за собой не только изменения в работе конструкторов (при моделировании и выполнении чертежей), но и коррекцию принятых технологических процессов изготовления деталей оснастки, и приобретения новых навыков организации и учета в производстве.

Итак, основными преимуществами использования нормализованных комплектующих деталей и узлов являются:

- увеличение количества изготавливаемой оснастки за счет максимального использования производственных мощностей только на изготовление основных и формирующих деталей;
- повышение качества изготовления оснастки в целом, так как стабильность и размерная точность выполнения нормализованных комплектующих деталей выше (при массовом их производстве), чем при индивидуальном изготовлении в условиях цеха;
- снижение сроков выполнения заказа на изготовление оснастки благодаря уменьшению количества изготавливаемых деталей;
- уменьшение (соответственно) численности персонала, оборудования и площадей заготовительного участка;
- возможность быстрой замены деталей оснастки при наличии их на складе;
- увеличение скорости прохождения операций контроля – часть контрольных операций в заказанном пакете оснастки уже выполнена;
- уменьшение сроков проектирования оснастки (детали и узлы из каталогов «напрямую» вставляются в модель оснастки), отпадает необходимость выполнения чертежей.

Следует отметить, что в конкретных случаях затраты на изготовление определенной детали в цехе могут оказаться отличными как в меньшую, так и в большую сторону, сравнительно с каталогом нормализованных деталей. Поэтому надо проводить анализ по основным, наиболее применяемым деталям, учитывая также и другие факторы (плановый ремонт оборудования, кадровые вопросы и т.п.).

Сейчас конструкторское бюро ОАО «Завод Прогресс» проектирует оснастку практически только с использованием нормализованных комплектующих (кроме случаев, когда это по конструктивным соображениям невозможно). В зависимости от конструкции оснастки широкое применение находят: пакеты плит форм с направляющими качения и скольжения; дополнительные центрирующие и фиксирующие элементы; толкатели, хвостовики и узлы для обеспечения дополнительных разъемов; детали направления шиберов; детали систем охлаждения; детали литниковой системы (в том числе горячеканальные); заготовки для формующих элементов.

На каждом инструментальном предприятии, изготавливающем оснастку, экономическая целесообразность применения нормализованных комплектующих определяется многими факторами (оборудование, площади, технологические процессы, применяемые материалы и т.д.).

Для ОАО «Завод Прогресс» использование нормализованных комплектующих деталей и узлов оказалось высокоэффективным, необходимым и теперь – постоянным фактором повышения технико-экономических производственных показателей и качества продукции.