



Некоммерческая ассоциация  
**Ассоциация «Международный Институт Развития»**  
Россия, 117630 Москва, Russia, 117630 Moscow,  
ул. Обручева, д. 27, корп. 8, офис Obrucheva str. 27, bldg. 8, office 311.  
311.

E-Mail: [infomir35@gmail.com](mailto:infomir35@gmail.com) тел. 8 909 769 3727

**Исх. №** 02/15  
**Дата:** 06 июля 2021 г.  
**Тема:** Новые технологии в металлургии,  
машиностроительной и  
станкостроительной отрасли.

**Куда:** Москва, АО «Станкопром»

**Кому:** Ген. Директору  
Ягудаеву Юрию Вячеславовичу.

## **ДЕЛОВОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

**Уважаемый Юрий**

**Вячеславович!**

Ассоциация «Международный Институт Развития» выражает вам глубокое Уважение и просит рассмотреть наше предложение о деловом сотрудничестве в области зелёной энергетике, новой металлургии и новых станкостроительных технологий.

Юрий Вячеславович, мы знаем, что в экономики России значительное место занимают программы расширения выпуска машиностроительной продукции. Для этого наряду с широкой гаммой современных металлорежущих станков требуется производство заготовительного оборудования. К числу создания производства такого оборудования входят: пресс-молот «Сибирь», станы поперечно-винтовой прокатки, трубные станы, оборудование для гидроэкструзии, сварки трением, сварки взрывом и другое.

Для производства компонентов машиностроительной продукции важное место занимают процессы получения деталей особой сложности, высокой точности, деталей с высоким качеством поверхности, трудно обрабатываемых деталей методом резания, при соблюдении высокой производительности этих процессов.

Вышеуказанные показатели могут быть достигнуты при высоких свойствах металлорежущего и обрабатываемого инструмента. В технологиях получения такого инструмента для обработки металлов давлением и резанием мы предлагаем применять материалы по своим эксплуатационным характеристикам превышающие мировой уровень.

Наряду с традиционными твердыми сплавами мы предлагаем использовать инструментальные материалы нового поколения. К их числу можно отнести: карбид титана – молибден, хром – вольфрам, карбид вольфрама – хром, быстро резы на основе гранулированных материалов карбид вольфрама – железо и другое.

К инструментам изготавливаемым из выше указанных материалов будут относиться резцы, сверла, метчики, фрезы, штампы, развертки, дисковые пилы, фильеры и другое.

Для станочного парка производства, кроме технологии резания, нужно развивать разработку станков с применением обработки лазером, электроэрозии, гидроабразивной обработкой и другое.

Высокая производительность станков будет обеспечиваться применением высокоскоростной без эмульсионной обработкой резанием.

Особое место в наших новых технологиях занимают способы резания сложных изделий: зубчатых колес автомобильных редукторов с эвольвентным зубом, сверхмалых отверстий большой протяженности в металлических деталях и другое.

## **Предложения по модернизации заготовительного и инструментального производства в Северокавказском федеральном округе.**

### **Новые и прогрессивные технологии для заготовительного производства**

Металлургическая заготовка, как для основного, так и инструментального производства является основой качества и уровня трудоёмкости тех изделий, которые из неё изготавливаются. Если с этих позиций рассматривать возможности отечественной металлургии, то можно отметить, что модернизируется первичный, по сути, сырьевой металлургический передел и ничего не сделано для совершенствования качественной (прецизионной) металлургии, являющейся основой высокотехнологичного машиностроения.

На заводах России нет того оборудования, которое необходимо для этих процессов, а на российском рынке трудно найти конструкционные сплавы, стали, чугуны и цветные металлы, которые бы соответствовали зарубежным аналогам.

О технологических возможностях девяти ведущих заводов качественной металлургии России и сопоставимости их технологического уровня в сравнении с аналогичными предприятиями Австрии, Англии, США, Бельгии, Германии, Японии и Тайваня Вам может быть направлена наша специальная информация, или сделано сообщение на основе публикаций, участия в международных конференциях, посещения заводов и контактов с учёными вышеуказанных стран.

Остаются невостребованными прогрессивные технологии советского периода, некоторые из которых, разработанные с нашим участием, даже в настоящее время превосходят зарубежные аналоги. Особенно актуальны для профиля Вашего производства следующие технологии:

- гидроэкструзия жидкостью, находящейся под давлением до 30 000 атмосфер для получения би- и три- металлических труб, прутков и профилей;

- высокоинтенсивная пластическая деформация на пресс-молоте «Сибирь» Новосибирского института гидродинамики;
- производство плоской заготовки и листа препарированием трубы;
- композиционные конструкционные материалы, армированные высокопрочной сеткой, дисперсными фазами или волокнами;
- угловое деформирование для выравнивания свойств заготовки, где истечение прутка происходит под углом  $90^\circ$  к пуансону прессы;
- высокопрочные стали и сплавы с оригинальным дисперсионным упрочнением;
- штамповка и сварка взрывом, трением и активированной диффузией;
- совмещенные процессы: плавка - точная отливка - пластическая деформация.

В основе этих технологий лежат режимы литья и пластической деформации, позволяющие управлять электронной структурой изделия и, тем самым, перевести его на другой уровень качества. При этом переход дислокаций из хаотической структуры «леса» на строго регламентированную тонкоблочную структуру «стенок», позволяет каждому блоку выполнять функцию зерна, увеличивая в разы протяжённость границ, резко снижая концентрацию в них дефектности и в разы повышая механические свойства. Применяя эти приёмы мы получили в промышленных условиях сплавы с рекордными свойствами ( $\sigma_v > 870$  кг/м<sup>2</sup>). Не останавливаясь на всех аспектах этой проблемы, необходимо отметить, что на Западе для высококачественных конструкционных материалов ограниченного объёма применения наблюдается тенденция развития минизаводов, где легче организовать выпуск материалов высокого качества или материалов с особыми свойствами.

Практически вся продукция Туламашзавода лежит в этом сегменте рынка, поэтому завод должен иметь собственную базу для обеспечения машиностроительной продукции качественной металлургической заготовкой, не говоря уже о заготовке для инструментального производства. С нашей точки зрения, это реально сделать с минимальными затратами, если воспользоваться теми знаниями и исследовательским потенциалом организаций, с которыми мы сотрудничаем.

Для модернизации заготовительного металлургического производства, в том числе и для инструмента, необходимо приобретать исходное сырьё гарантированного качества. Не вдаваясь в обоснования, мы рекомендуем трех поставщиков чугунов, сталей, кокса, и ферросплавов: Орскохалиловский, Новолипецкий и Ключевской заводы.

Необходимо иметь в виду, что ковванная, катанная или экструдированная металлургическая заготовка, поставляемая российскими металлургическими предприятиями, уже имеет серьёзный недостаток, заложенный в неё теми схемами пластической деформации, которые применяются в России для её получения. Прокатный стан, пресс, радиально-ковочная машина или молот с традиционными схемами деформации не обеспечивают равномерную степень деформации по

сечению заготовки и эта неравномерность сопровождает её на всех последующих переделах, отражаясь на неравномерности механических и эксплуатационных свойств, нарушение геометрии детали при эксплуатации. Они не устраняются термической обработкой. Для устранения этой неравномерности и выравнивания напряжённого состояния по сечению заготовки она должна подвергаться перековке («перемешиванию» металла с промежуточными отжигами или подвергаться «угловому» деформированию, выравнивающему структурное состояние материала).

Эти операции необходимо осуществлять для материала с высокими требованиями по качеству. Но более рациональным является производство таких металлургических заготовок на собственном производстве по технологическим схемам изложенным ниже.

### **Технологические схемы и оборудование для заготовительного производства**

Основным металлургическим агрегатом для производства первичной металлургической заготовки должна быть дуговая плавильно-заливочная печь на постоянном, а не на переменном токе, как сейчас. Она должна работать от одного трансформатора и выпрямителя в двух технологических режимах как дуговая и как электрошлаковая. От этого же источника должна питаться вакуумная дуговая плавильно-литейная печь малой ёмкости (до 500 кг) для специальных сталей и сплавов основного и инструментального назначения. Такая печь также должна работать в режимах (вакуум, аргон, азот, эндогаз, CO<sub>2</sub>) и должна быть оснащена сменными тиглями (керамический, графитовый и гарниссажный автотигель). Корпус для такого плавильного агрегата с вакуумными насосами будет приобретен на вторичном рынке (наш продавец). Эта печь будет оснащена центрифугой с горизонтальной и вертикальной осями вращения. Дуговая плавильная печь имеется на заводе и она, также как и технологическая оснастка к ней, должны быть модернизированы с нашим участием.

Ввод в эксплуатацию этой модернизированной печи позволяет конкурентно выйти на отечественный и международный рынок спецсталей и особо твердых, плавящихся композиционных материалов на основе эвтектик, оксидов, карбидов, боридов и др., широко применяющихся в обработке металлов резанием давлением и, особенно, в инструментах для породоразрушения, измельчение материалов, керамических бронях и прочих применениях.

Это снизит зависимость страны от сегодняшнего их импорта. Освоение указанных материалов нового уровня качества позволяет серьёзно улучшить эксплуатационные характеристики основной продукции и инструментального хозяйства. В составе плавильно-заливочного участка должна находиться, имеющаяся на заводе машина литья под давлением сталей и спец. чугунов. Это литьё производится по нашим оригинальным технологиям, которые не имеют зарубежных аналогов. Также как и литьё «намораживанием» в замороженные формы би и три металлов (для

ствольных материалов); режущих пластин; литого инструмента с армированием его пластинами или плакированием при литье.

Для спец. сталей и спец. чугунов (дисперсионно упрочненных) и конструкционных сплавов на основе хрома в составе участка порошковой металлургии должен быть (с применением имеющегося оборудования) создан участок специальных порошковых лигатур. Российская качественная металлургия их не применяет, так как в отличие от Запада отечественная промышленность их не выпускает. Наша организация разработала порошковые лигатуры, не имеющие мировых аналогов. В составе лигатур кроме необходимых легирующих компонентов находятся такие сильнейшие раскислители, как Mg, Ca и др.

Удельный вес лигатуры больше чем стали, поэтому при её введении в расплав она тонет и процесс раскисления начинается со дна тигля, обеспечивая сильнейший барботаж ванны и хорошее (без потерь) усваивание легирующих компонентов. Сами по себе такие лигатуры пользуются большим спросом в авиационной и качественной металлургии и могут быть самостоятельным товаром завода.

Нами будет разработано ТЗ на модернизацию литейных участков завода, где будут предложены прогрессивные решения по оптимизации производства формовочных и стержневых смесей, прототипирования модельных масс для литья по выплавляемым моделям, регенерации формовочных смесей, защитные покрытия на литейные формы, шлаковые фильтры, СВЧ нагрев для вытопки модельных масс и многое другое.

Все эти достижения мировых и отечественных литейных технологии позволяют повысить качество отливок и экономику их производства.

Энергосиловые и температурные режимы пластической деформации, особенно её последние стадии, являются ответственными за формирование в изделиях оптимальной дислокационной структуры как показателя уровня свойств металла. Эти режимы строго индивидуальны для каждого изделия и материала. Нами будут предоставлены технологические рекомендации по этим режимам применительно к Вашей массовой продукции, получаемой ковкой и экструзией.

Наиболее эффективен процесс термомеханической обработки особенно для протяжённых деталей типа стволы, концевой инструмента, протяжек и др. можно осуществлять на экструзионных гидропрессах в режиме гидроэкструзии жидкостью находящейся при давлении до 30000 атмосфер. Лидером этих работ являются фирмы Англии и Японии.

Истечение прутка или трубы через очко инструмента при гидроэкструзии создает наиболее благоприятные условия напряженного состояния в них, т.к. отсутствует трение прутка об инструмент (он защищен жидкостью) и идет равномерная деформация по сечению. Это в свою очередь позволяет понизить температуру деформации, повысить её скорость и тем самым, сформировать в металле оптимальную дислокационную структуру

С нашей точки зрения, без этого процесса нельзя получить протяженные конструкции со стабильной геометрией при эксплуатации.

Важным показателем технико-экономического уровня отечественных машиностроительных предприятий оборонного профиля является коэффициент использования металла (КИМ). При отсутствии металлургической заготовки рациональной геометрии он находится в пределах 10-30% это отличает наши предприятия от аналогичных зарубежных. Например, на ведущем авиационном заводе КИМ при получении массовых деталей – колец из дорогих сталей и титана составляет 12%. Поэтому важнейшим резервом в повышении качества и снижения трудоёмкости изделий являются совмещенные процессы: плавка – точное литьё – пластическая деформация с использованием тепла закристаллизованной отливки. В случае получения колец и других тел вращения после центробежной отливки, они должны передаваться на деформационное оборудование (кольцепрокатный стан, экструзионный пресс, молот и пр.). Как показали наши исследования, свойства металла при таких процессах резко повышаются (до 30%).

А в случае применения оптимальных режимов термомеханической обработки и схем деформации свойства материала могут возрасти до 50%. Указанные технологии остро необходимы для Вашего производства.

Модернизация литейных технологий, плавильного и деформационного оборудования позволит позиционировать завод как самое передовое металлургическое и инструментальное предприятие России, выйти на рынок многих видов продукции (отливок и поковок), которые Россия приобретает по импорту.

### **Технологии художественного литья.**

Сопутствующим может быть производство художественного литья, в частности изготовление колоколов. Как показали наши совместные исследования с Институтом акустики, потребительские свойства сегодняшних российских колоколов ниже всякой критики (даже разрекламированного Воронежского предприятия «Вера»).

На мировом рынке высоко котируются колокола бельгийских литейщиков. Известно, что акустические свойства медных сплавов зависят от присутствия в них пор, фазового состава материала и геометрии кристаллитов (управления тепловым полем отливки при её кристаллизации). Ни один из вышеуказанных параметров в действующих технологиях не оптимизирован. С учётом того, что мы работаем на рынке высокочистой меди (марки МОБ) и могли бы в больших количествах приобретать отходы такой меди для колокольных технологий.

Мы рекомендуем иметь участок художественного литья для отливки меди, бронзы, латуни «привязанным» к технологии электрошлакового литья тел вращения методом «намораживания». Этот процесс позволяет не только получать качественный металл, но и в разы снизить трудозатраты при производстве таких отливок. При этом размеры отливки практически неограниченны (в отличие от действующих технологий), т.к. это непрерывный, совмещенный процесс плавка-литьё. По таким технологиям

могут производиться чугунные или стальные трубы и туннели любых размеров и геометрии.

Может быть осуществима мечта многих московских градоначальников - построить Храм большого колокола и, отдавая дань искусству русских литейщиков, отлить для него самый большой в мире колокол. Мы можем это сделать с рекордно низкими затратами.

### **Технологии изготовления инструмента**

Методы неразборного соединения деталей в единую конструкцию являются актуальными для машиностроительного производства, особенно, при получении инструмента. Самым примитивным из них является сварка плавлением, особенно, для сталей и сплавов, склонных к рекристаллизационному охрупчиванию. Формирующаяся в районе шва (зона термического влияния) рекристаллизационная зона с неуправляемой дефектностью (удельная концентрация дислокаций и включений в ней может возрасти на порядки) всегда является источником разрушения. Поэтому для надёжного соединения деталей рекомендуется применять только те процессы, которые не сопровождаются процессами рекристаллизации. Наиболее эффективными из них являются сварка взрывом, интенсивным ударом (кузнечная), трением, активированной диффузией. Выпускаются специальные установки для реализации этих процессов, также как и установки для контактной сварки (машины типа Хазен Клевер), которые также необходимы вашему производству. Выбор методов индивидуален и мы готовы разработать и рекомендовать технологию для сталей, сплавов и цветных металлов.

Так как методы электрохимии не всегда эффективны для получения покрытий, поэтому в структуре вашего производства, инструментального и основного, мы рекомендуем иметь участок плазменного напыления и наплавки с применением износостойких и функциональных материалов, которые мы разработали или известны из литературы.

Термическая обработка материалов широко применяется, как в основном, так и инструментальном производстве. С учётом того, что, например, закалка в солях является трудоёмким, вредным и плохо управляемым процессом (не всегда гарантирует качество).

На передовых предприятиях используют установки закалки в газовых средах, или в вакууме. Мы готовы предложить решения для Вашего завода.

### **Технологии производства твердых сплавов и инструментальных сталей нового поколения**

Хорошо известно, что технологический уровень предприятия определяется совершенством применяющего на нём инструмента. Если рассматривать имеющийся уровень отечественной промышленности, то можно констатировать её серьёзное отставание в этом сегменте от мирового уровня промышленно развитых стран.

Одновременно можно отметить, что технологический уровень отечественных инструментальных материалов мало изменился с момента организации их производства в стране. Он начинался с покупки завода в Швеции и до настоящего времени отечественные твердосплавные участки неквалифицированно воспроизводят устаревшие технологии и оборудование западных фирм. Это тем более странно на фоне отечественных достижений в области порошковой и специальной металлургии, а так же уровня металлофизических исследований материалов.

Наша организация, в содружестве с ведущими научными центрами России в этой области, предлагает применить имеющийся ресурс для создания современного и конкурентоспособного с Западом инструментального производства, на котором будет соответствующее оборудование и организован выпуск материалов и инструментов для обработки металлов резанием, давлением, породоразрушения.

Будут освоены следующие материалы:

- твердосплавные, напайные пластины группы ВК и ТК,
- твердосплавные, неперетачиваемые пластины группы ВК и ТК,
- производство корпусов и инструмента,
- заготовки и готовый концевой инструмент широкой номенклатуры из твердых сплавов и быстрорезов, включая их получение методами точного литья,
- композиционные пластины и заготовки на основе твердых сплавом, быстрорезов, высокотемпературных эвтектик и особотвердых соединений,
- пластины из режущей керамики.

Наши исследования показали, что потеря свойств режущей кромки инструмента происходит в результате воздействия комплекса эксплуатационных факторов:

- высокие температуры, в ряде случаев сопоставимые с температурами «размягчения» кобальта или стали,
- пластическая деформация кромки, при недостаточной жаропрочности,
- диффузионный перенос материала связки из зоны резания, так как взаимодействующие кристаллические решетки металлов имеют неограниченный ряд твердых растворов,
- силовое воздействие на кромку от усилий резания.

Исходя из этих исследований, мы предлагаем несколько направлений разработки и совершенствования технологий получения твердых сплавов и быстрорезов.

### **Технологии получения твердых сплавов группы ВК, ТК**

Стабильное и высокое качество твердого сплава может быть получено при закреплении его технологии к фиксированному источнику сырья (паравольфрамату, или оксиду вольфрама), соединениям кобальта и сажи. Поэтому необходимо выбрать сырьевой источник и согласовать на

коммерческом или правительственном уровне поставки с этого месторождения. С нашей точки зрения, до восстановления деятельности Тырнаузского месторождения, это может быть месторождение вольфрама в Забайкалье (мы ведём переговоры с владельцем) или в «Приморске». Хорошие по чистоте продукты можно получить с месторождений Кореи, Ирана и Африки. Серьёзным источником вольфрама и кобальта могут быть отходы твердых сплавов с машиностроительных предприятий и ГОКов. На последних концентрируется большая часть отходов твердых сплавов и инструментальных материалов.

Необходимо особо отметить, что использование отходов как сырья, позволяет серьёзно «облагородить» вольфрам, удалив из него примеси и сделать его субмикронником. С учетом наших продвинутых технологий точного фасонного литья мы имеем возможность заинтересовать ГОКи поставкой им прогрессивного и конкурентоспособного инструмента, оснащенного твердыми сплавами при условии получении отходов.

На начальном этапе работ мы будем производить твердые сплавы по традиционным для Запада технологиями и в похожем ассортименте. Однако, мы готовы принципиально изменить эту технологию. Наш концептуальный подход к конструкции твердого сплава состоит в следующем. Материал должен иметь два высокопрочных каркаса: каркас из карбида вольфрама или другого материала высокой твердости, сопротивляющийся силовым и температурным воздействиям на кромку резания, и каркас из жаропрочного сплава на основе кобальта, никеля, хрома, железа или меди, в зависимости от режимов резания, защищающий карбид от окисления и отводящий тепло от кромки.

Для различных обрабатываемых материалов, в том числе с высокой поверхностной твердостью, будут рекомендованы режимы резания, конструкция режущей части и стружколома, задачей которых будет максимально снять тепловую нагрузку на кромку, как ограничения времени контакта с ней, так и управления тепловыми потоками в окрестности зоны резания.

Другим важным направлением совершенствования твердого сплава является повышение горячей твердости и жаропрочности карбидного «каркаса» путём замены монокарбида W более твердым, жаропрочным и термодинамически стабильным, эвтектическим карбидом  $W_2C + WC$ . Он будет применяться как в дробленном, так и в гранулированном виде.

Для регенерации отходов твердых сплавов будут применены отечественные технологии и аппаратурное оформление. Для группы сплавов ВК это метод окисления – восстановления и цинковый метод для сложных сплавов.

Для интенсивных режимов резания наша оригинальная конструкция кромки и стружколома (know how) позволяют принципиально улучшить теплоотвод от кромки и тем самым интенсифицировать режимы резания.

С позиции повышения жаропрочности «связки» твердого сплава в районе кромки эффективным и общепринятым приёмом является легирование её дисперсными фазами на основе тугоплавких соединений

(повышение внутреннего трения в кристаллической решетке для движения дислокаций, блокируя силы Паилрса-Набаро). Мы при этом применяем оригинальные технологии для формирования таких соединений на основе высокотемпературных алюмосиликатов, нитридов и боридов (способы их синтеза – наше know how).

Как наиболее жаропрочная связка в твердом сплаве лучше других работают жаропрочные сплавы на основе хрома, с упрочнением их алюмосиликатами и соединениями иттрия. Это приоритетное направление наших работ.

Оригинальные твердые сплавы планируется производить также из пылей, получаемых от заточки и шлифовки твердых сплавов. Важное место в наших порошковых технологиях занимает вакуумная и газовая гигиена процессов, поэтому для размолла, смешивания, сушки с распылением, водородного или углеродного восстановления, карбидизации, спекания, пропитки, нанесения покрытий будет применяться оборудование, учитывающее мировые достижения в этой области.

В России имеются организации, которые по нашим ТЗ в состоянии производить технологическое оборудование аналогичное западному. Ассортимент режущих пластин из твердых сплавов, керамики и быстрорезов весьма обширный и здесь трудно изложить аппаратное оформление отдельных групп, которое может принципиально меняться по этому, дополнительно к вышеуказанному, оборудованию. Мы укажем оборудование для производства этой продукции, которое учитывает максимальное количество производственных вариантов.

### **Оборудование твердосплавного участка**

Состав оборудования твердосплавного участка:

- оборудование для автоматизированного прессования пластин и экструзии пластифицированной заготовки, станки для их шлифования и доводки опорных поверхностей, а также фасок, радиусов и пр,
- набор стандартного оборудования для контроля химического и гранулометрического состава приобретаемых материалов и сырья, их прочности, плотности, твердости и металлографии.
- 12-ти муфельные печи для восстановления вольфрамового ангидрида,
- установка для получения ультрадисперсных порошков плазменным восстановлением,
- печи для карбидизации с рабочей температурой до 2500° С, в настоящее время мы работаем над проведением вышеуказанных процессов в печах кипящего слоя с газофазным углеродом,
- вихревые и конусные смесители, работающие в вакууме или контролируемой атмосфере ( 600 и 100 литров),
- вибросита,
- грануляторы смесей и расплавов,
- установки сушки распылением,

- серия современных прессов автоматов (4, 12, 40, 60 ТС) с механическим и гидравлическим приводом и укладчиками пластин,
- пресса для экструзии длинномерной, пластифицированной заготовки,
- газостат с максимальной температурой до 1800° С,
- вакуумные и водородные печи для спекания с отгонкой пластификатора, включая печь с передачей спекаемой заготовки из водородного отсека в вакуумный без разгерметизации печи,
- мельницы мокрого размола твердосплавных порошков,
- установки для дробления брикетов карбидов вольфрама,
- конусные дробилки ёмкостью 200 литров,
- размольные установки для стружки,
- роторно-инерционные мельницы для получения дисперсных порошков,
- установки для газового легирования металлов и сплавов в твёрдой фазе,
- установки для закалки в газовых средах и вакууме,
- серия станков для шлифования и доводки опорных поверхностей, боковых граней, радиусов и фасок.
- станки для виброабразивной обработки,
- станки для электрохимического клеймления,
- установки для нанесения комплексных покрытий.

В советский период вышеуказанное оборудование изготавливалось заводами специализированных министерств. Чертежи многих установок сохранились. Некоторые из них можно изготовить собственными силами, например, электротермическое и размольное оборудование, а также модернизировать имеющееся на заводе оборудование. Это тем более целесообразно т.к. многие наши технологии оригинальны и требуют усовершенствования его отдельных узлов.

Многое б/у оборудование или его узлы можно приобрести на «умирающих» заводах Росэлектроники и авиационной промышленности, с которыми мы тесно взаимодействуем. Некоторое оборудование, например, для шлифования приобретается по импорту.

### **Технологии получения быстрорезов**

Особое место в наших технологиях прогрессивного инструмента занимают методы точного литья, как для получения державок и крепления режущих пластин, так и производства пластин, корпусов фрез, штампов, матриц и пр., оснащенных твердым сплавом. При этом закрепление в них режущих пластин производится не традиционно (пайкой или механически), а армирование происходит в процессе самого литья, где одновременно осуществляется «приваривание» и механическое заклинивание пластин. Такой процесс, применённый нами, например, для буровых коронок

позволил в разы снизить трудоёмкость изготовления инструмента и повысить его надёжность.

Плавка, литьё или распыление быстрорезов, в зависимости от их состава, проводится в электрошлаковых, дуговых или индукционных печах в режимах обеспечивающих хорошее рафинирование и управление темпом кристаллизации.

В процессах литья мы применяем не только современные технологии, для получения моделей и форм, и методы кристаллизации, но и многие оригинальные технологии, например, литьё в «замороженные» формы, магнитные, ультразвуковые и гравитационные поля для управления кристаллической структурой отливок, а также методы плакирования и легирования поверхности отливок. Все эти литейные технологии позволяют резко снизить трудозатраты, поднять качество инструмента и рационально использовать отходы собственного производства. Для специальных методов обработки, например, особо высокой точности деталей или удлинённого инструмента мы применяем державки из сплавов вольфрама ВНЖ (отходы сердечников подкалиберных снарядов), которые гасят вибрацию возникающую при обработке резанием.

Принципиальные изменения мы предполагаем внести в технологию производства инструмента из быстрореза, типа Р18. Сегодняшние отечественные технологии его производства примитивны. «Порошковый» быстрорез, получаемый из расплывённых гранул по западным технологиям, также не лишён недостатков слитка, так как каждая гранула может рассматриваться как микрослиток, в котором присутствуют дефекты (поры), связанные с нарушением направленности теплового поля при кристаллизации.

В наших технологиях применяются химически чистые порошки, или порошки, полученные измельчением стружки быстрореза. Применяя ультрадисперсные порошки с высоким уровнем их поверхностной энергии, мы тем самым интенсифицируем процессы спекания и фазообразования при введении в порошковые композиции осеботвердых частиц (нитриды, бориды, карбиды, оксикарбонитриды, отходы ювелирной промышленности, шламы от заточки твердых сплавов).

Из таких материалов можно получать как перетачиваемые, так и непетачиваемые пластины, аналогичные твердым сплавам. На некоторых режимах резания эти материалы показывают стойкость в разы превосходящую твердый сплав.

Важным сегментом продукции из быстрореза являются пластины, получаемые методом точного литья, с контролем темпа кристаллизации (выбором материала формы).

Методы крепления режущих пластин на инструменте являются важной частью технологий, так как они определяют их стоимость и эксплуатационную надёжность. Например, в ряде исследований показана зависимость методов пайки режущих пластин на их эксплуатационные свойства. Нарушение технологии пайки приводит к возникновению термических напряжений в пластине и разрушению. Заслуживает внимание

иностранный опыт применения автоматизированной пайки на установках в защитной атмосфере и управлением тепловым полем при пайке. Высокоэффективным, в условиях ФГУП «Сатурн», показало себя применение специального инструмента с креплением пластин, находящихся в пазах державки, приклеиванием.

Все вышеуказанные материалы и технологии будут включены в проект инструментального завода.

Нами подготовлены учебные программы для профессиональной подготовки обслуживающего инструментальное производство персонала.

Обширным классом материалов для основного и инструментального производства завода являются наплавочные твердые сплавы, которые в ряде случаев являются полноценной заменой дорогостоящих твердых сплавов группы ВК, потому что для некоторых видов износа, например, абразивного при высоких температурах, они в разы превосходят их. Сырьём для производства некоторых наплавочных материалов являются отходы производства (пыли от заточки или шлифовки, отходы инструмента и пр.). Оборудование, которое мы рассматривали выше, также применимо и для переработки отходов и технологии получения наплавочных твердых сплавов.

### **Технологии производства стволов**

Особое внимание в наших исследованиях мы уделяем технологиям получения стволов из композиционных материалов. Анализ литературных источников, показывает, что нет однозначного мнения на причины снижения ресурса стволов стрелкового оружия и о технологиях позволяющих продлить ресурс ствола. Так же отсутствует информация о «тонких» металловедческих исследованиях ствольных материалов. Хотя условия эксплуатации стволов различного назначения существенно отличаются, но есть общие процессы, которые вызывают деструкцию материалов стволов. Это прежде всего:

- агрессивная среда продуктов горения порохов,
- механические нагрузки на ствол при прохождении по нему пули,
- адгезия материала пули и коксующихся продуктов горения на рабочей поверхности и их диффузионное взаимодействие с металлом,
- потеря геометрии ствола (искривление), вследствие изменения напряжённого состояния в процессе эксплуатации,
- износ рабочей поверхности ствола при совокупном воздействии различных факторов.

По аналогии с другими объектами техники, работающими в режиме термоциклирования в агрессивных средах, предыстория ствольных материалов, связанная с металлургическими технологиями, является важнейшим показателем их работоспособности. Она определяет равномерность структурного и химического состава используемого сплава, его стойкость в агрессивных средах.

Известно, что кроме гидроэкструзии другие методы пластической деформации при изготовлении заготовки ствола не обеспечивают равномерность структур и оптимального напряжённого состояния в материале. Термическая обработка не полностью устраняет эту анизотропию. Её следствием и является потеря геометрии ствола, его искривление.

Вместе с тем, многочисленные исследования показывают большую зависимость механических и эксплуатационных свойств многих сталей от воздействия на них силовых, электромагнитных и ультразвуковых полей, влияющих на дислокационную структуру материалов. Большую перспективу в производстве ствольных материалов мы связываем с применением для них жаропрочных и жаростойких сплавов на основе хрома.

Таким образом, современные материалы и технологии, над которыми мы работаем, позволяют принципиально видоизменить производство стволов. Для оптимизации технологии производства стволов совместно с Институтом физики твердого тела РАН (г. Черноголовка) мы планируем выполнить исследование по следующим направлениям:

- сбор информации и анализ литературных источников для изучения причин снижения ресурса ствола,
- приобретение стволов, прошедших ресурс эксплуатации и их препарирования для исследований,
- тонкие металлографические исследования выбракованных стволов сопоставление свойств и структур исходных и эксплуатируемых материалов,
- разработка технологических схем производства стволов из литых и деформированных заготовок, включая гидроэкструзию,
- разработка плавно-заливочного устройства для получения стволов и его изготовление,
- приобретение исходных материалов для изготовления опытных образцов стволов,
- разработка рекомендаций по материалам и технологиям для снайперского ствола калибра 7,62 мм,
- отработка технологии плавки и литья стволов и изучение механических свойств полученных материалов и их химического состава,
- отработка технологических приёмов диффузионного насыщения рабочей поверхности ствола химическими элементами и их соединениями, снижающими его термомеханическую усталость и коэффициента трения пары ствол – пуля,
- изучение влияния электромагнитных полей и специальных покрытий на облагораживания рабочей поверхности ствола,
- изыскание способов повышения модуля Юнга оребрением ствола,
- разработка технологии производства стволов с использованием сплава хрома, би и три металлов,
- применение особо высокопрочных композиционных материалов с одновременным участием в них сплавов хрома, молибдена (в виде труб или сеток), алюминия или меди.

## **Перспективы и значимость**

Проект металлургического производства, которое мы планируем разработать не имеет аналогов по качеству продукции и её ассортименту, поэтому является актуальным для всего отечественного машиностроения, особенно высокотехнологичного. Однако, первоочередной задачей является изучение спроса на нашу дефицитную или импортозамещающую продукцию заводами Тульской и близлежащих областей. Актуально изучение возможности их участия в нашем проекте, а также для решения тем самым инфраструктурных проблем города Тулы и Тульской области

Туламашзавод является объектом, где благоприятно сочетаются цели модернизации и эффект от её реализации. Наши материалы и технологии конкурентоспособного и импортозамещающего уровня, освоенные на заводе, позволят не только улучшить тактико-технические и экономические характеристики его продукции, но и будут площадкой для поднятия уровня производства на промышленных предприятиях региона.

Современные технологии, которые мы планируем осваивать на Туламашзаводе и в других местах, требуют профессиональной подготовки обслуживающего персонала, поэтому нами будут подготовлены учебные программы для развития инструментального производства.

## Резюме на экологический проект 1.

### Наименование проекта:

Полное:	«Ликвидация техногенных месторождений и ТБО Юга России»
Краткое:	«Шлам и ТБО 300»

### 2. Цели:

1.	Ликвидация техногенных месторождений и ТБО, всего	до 3 000 000 тн
1.1.	В том числе темп ликвидации	300 000 тн/год
2.	Получение экологических чистых изделий и товаров	250 000 тн/год

### 3. Задачи:

1.	Создание системы оборотного водоснабжения гидро-размыва месторождения:
1.1.	Каналы – транспортеры пульпы из месторождения
1.2.	Бассейн – накопитель пульпы, вымываемой из месторождения
1.3.	Модуль извлечения механических примесей из пульпы и очистки воды
2.	Размыв месторождения системой аппаратов скважинной гидро – добычи сырья
3.	Переработка механических примесей и ТБО в экологические коммерческие продукты

### 4. Сырьё из шлама техногенного месторождения, % от масс:

1.	Органические соединения: кокс в виде топливного газа	10
2.	Минеральные соединения: в виде силикатов и кальцитов	65
3.	Металлосодержащие соединения: оксиды черных и цветных металлов	25

### 5. Этапы и стоимость проекта, млн. руб.:

Этап I:	создание и защита Проекта:	2021 г.	70
Этап II:	изготовление и поставка оборудования:	2022 г.	500
Этап III:	Ликвидация свалок техногенных месторождений:	<b>2023 – 2030 гг.</b>	<b>230</b>
Всего:	длительность = 10 лет:	2021 – 2030 гг.	<b>800</b>

### 6. Создаваемые основные объекты по проекту:

1.	Бассейн – накопитель пульпы	объем от 50 000 м3 и более
2.	Каналы сбора и транспорта пульпы в бассейн	общая длина от 1 000 метров
3.	Модуль извлечения механ. примесей из бассейна	объем от 20 000 м3/час
4.	Насосная станция	2 станции
5.	Энергоблок тепловой и электрической энергии	от 200 кВт
6.	Модуль скважинной гидро – добычи сырья	3 модуля и более
7.	Модуль строительных изделий и иных товаров	до 100 000 тн/год
8.	Модуль топливной продукции	до 50 000 тн/год

### 7. Инновации в проекте:

Обеспечение экологической чистоты процесса ликвидации шламов и ТБО, в т. ч.:

1.	Очистки и обеззараживания воды в оборотном водоснабжении
2.	Очистки и обеззараживание органического шлама и содержащихся примесей
3.	Конверсия сырьевой массы в экологически чистые, коммерческие продукты