

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIIY TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI  
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI**

**MASHINASOZLIK  
ILMIY-TEXNIKA JURNALI**

\*\*\*

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

\*\*\*

**MINISTRY OF HIGHER EDUCATION, SCIENCE AND INNOVATIONS REPUBLIC  
OF UZBEKISTAN  
ANDIJAN MACHINE-BUILDING INSTITUTE  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL  
MACHINE BUILDING**

*O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi (OAK) Rayosatining 2021-yil 30-dekabrda 310/10-son qarori bilan Andijon mashinasozlik institutining “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali “TEXNIKA” va “IQTISODIYOT” fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.*

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to‘liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim mos tushmasligi mumkin. Ilmiy-texnika jurnalida yozilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolaning mualliflari mas’uldirlar.

MASHINASOZLIK  
ILMIY-TEXNIKA JURNALI

**Bosh muharrir:**

U.M.Turdialiyev – texnika fanlari doktori, k.i.x.

**Mas’ul muharrir:**

U.A.Madrahimov – iqtisodiyot fanlari doktori, professor.

**T A H R I R H A Y ’ A T I**

Turdialiyev Umid Muxtaraliyevich – texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim (AndMI);  
Madrahimov Ulug‘bek Abdixalilovich – iqtisodiyot fanlari doktori, professor (AndMI);  
Negmatov Soyibjon Sodiqovich – texnika fanlari doktori, professor O‘ZRFA akademigi (TDTU);  
Abralov Maxmud Abralovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);  
Dunyashin Nikolay Sergeevich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);  
Norxudjayev Fayzulla Ramazanovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);  
Pirmatov Nurali Berdiyrovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);  
Salixanova Dilnoza Saidakbarovna – texnika fanlari doktori, professor (O‘ZRFA UNKI);  
Siddikov Ilxomjon Xakimovich – texnika fanlari doktori, professor (TIQXMMI);  
Fayzimatov Shuhrat Numanovich – texnika fanlari doktori, professor (FarPI);  
Xakimov Ortiqali Sharipovich – texnika fanlari doktori, professor (Standartlashtirish, sertifikatlashtirish va texnik jihatdan tartibga solish ilmiy-tadqiqot instituti);  
Xo‘jayev Ismatillo Qo‘shiyevich – texnika fanlari doktori, professor (Mexanika instituti);  
Ipatov Oleg Sergeevich – professor (Sankt-Peterburg politexnika universiteti, Rossiya);  
Naumkin Nikolay Ivanovich - p.f.d., t.f.n., professor. (Mordov milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya);  
Aliyev Suxrob Rayimjonovich – fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent (AndMI);  
Shen Zhili – professor (Shimoliy Xitoy texnologiyalar universiteti, Xitoy);  
Hu Fuwen – professor (Shimoliy Xitoy texnologiyalar universiteti, Xitoy);  
Won Cholyeon – professor (Janubiy Koreya Milliy tadqiqotlar fondi, Janubiy Koreya);  
Celio Pina – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);  
Ricardo Baptista – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);  
Rui Vilela – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);  
Dmitriy Albertovich Konovalov - t.f.n., professor (Voronej davlat texnika universiteti);  
Мухаметшин Вячеслав Шарифуллович – директор Института нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г.Октябрьском), доктор геологоминералогических наук, профессор.  
Nimchik Aleksey Grigorevich – kimyo fanlari doktori, professor (TDTU Olmaliq filiali)  
Muftaydinov Qiyomiddin – iqtisodiyot fanlari doktori, professor (AndMI);  
Zokirov Saidfozil – i.f.d., (Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti);  
Orazimbetova Gulistan Jaksilikovna - t.f.d., dotsent (AndMI)  
Jo‘raxonov Muzaffar Eskanderovich – iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (AndMI);  
Ermatov Akmaljon – iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);  
Qosimov Karimjon – texnika fanlari doktori, professor (AndMI);  
Yusupova Malikaxon – iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);  
Akbarov Xatamjon Ulmasaliyevich – texnika fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);  
Mirzayev Otabek Abdiraximovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent (AndMI);  
Soxibova Zarnigor Mutalibjon qizi – fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (AndMI);  
Raxmonov O‘ktam Kamolovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (TDTU, Olmaliq filiali);  
Xoshimov Xalimjon Xamidjanovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (AndMI).  
Kuluyev Ruslan Raisovich - texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (TDTU).

**Texnik muharrir:**

B.Iminov, M.Kenjayeveva – Andijon mashinasozlik instituti nashriyoti.

**Tahririyat manzili:** Andijon shahar, Bobur shox ko‘cha, 56-uy. **Tel:** +998 74-224-70-88 (1016)

**Veb sayt:** [www.andmiedu.uz](http://www.andmiedu.uz)

**e-mail:** [andmi.jurnal@mail.ru](mailto:andmi.jurnal@mail.ru)

*“Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali O‘zbekiston Respublikasi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining 2020 yil 28- fevraldagi 04-53-raqamli guvohnomasiga binoan chop etiladi.*

<b>MASHINASOZLIK VA MASHINASHUNOSLIK. MASHINASOZLIKDA MATERIALLARGA ISHLOV BERISH. METALLURGIYA. AVIASIYA TEXNIKASI</b>	
Payvandlash uchun grafitli elektrodlar haqida umumiy tushuncha <i>Tursunov A.S, Turdialiyev U.M.</i>	6
Junni o‘simlik aralashmalaridan ajratish kuchi va uzayishini aniqlash <i>Djurayev A., Elmonov S.M.</i>	10
Arrali jin mashinasi operatorini xavfsizligini ta‘minlovchi optik to‘siq sensorini modellashtirish <i>Azizov Sh.M., Usmanov O.N.</i>	16
Мобильная опреснительная установка <i>Турсунов М.Н., Сабиров Х., Ахтамов Т.З., Насимов У.М., Жабборов Ш. А.</i>	26
Разработка технологии изготовления корпуса подшипника роликов ленточного конвейера <i>Хамраев Б.Д., Хусанов Я., Шакулов Б.К., Усманов Ш.Н., Далиев Ш.Л.</i>	31
Sanoat changlarini yong‘in xavfini baholash tizimlari tahlili <i>Qobulova N.J.</i>	36
Vintli konveyer mashina agregati yuritgich-reduktori va vint valini harakat qonunlarini aniqlash <i>Teshaboyev O.A.</i>	42
Zichlashtirish mashinalari texnologik jarayonini tadqiq etishda fizik modellashtirishning mohiyati <i>Xankelov T.Q., Kayumov A.D., Xudaykulov R.M., Komilov S.I.</i>	48
Разработка облегченной конструкции пыльного цилиндра джина <i>Мирзамудов А.Ш.</i>	54
Flyus qatlami ostida payvandlangan vagon – sisternalarni payvand chokining mexanik xossalarni tadqiqot qilish <i>Qosimov K.Z., Begmatov D.K.</i>	60
Respublikamiz sharoitida mavjud tuproqqa ishlov beruvchi mashinalar ishchi organlari va hududlardagi tuproqlarning turlari va ulardan foydalanishning tadqiqi <i>Qosimov K.Z., Maxmudov I.R., Ro‘ziyev A.Y.</i>	66
Термическая обработка порошкообразных наплавочных износостойких литых деталей машин <i>Тилабов Б.К., Олимжонов Р.З.</i>	71
<b>ENERGETIKA VA ELEKTROTEXNIKA. QISHLOQ XO‘JALIGI ISHLAB CHIQRISHINI ELEKTRLASHTIRISH TEXNOLOGIYASI. ELEKTRONIKA</b>	
Criteria for the existence of established modes of power systems <i>Davirov A.K., Mamadiev H.N.</i>	77
Yog‘-moy korxonalarida mahsulot birligiga to‘g‘ri keladigan elektr energiya solishtirma sarfiga turli omillarning ta‘sirini regression tahlili <i>Latipov S.T.</i>	84
Comsol multiphysicsda biomassa piroliz jarayonining kinetikasini modellashtirish <i>Gulom N.U., Sayyora G.M.</i>	93
Elektr energiyasini sanoat va ishlab chiqarish korxonalarida iste‘mol qilish qonuniyatlarini tahlil qilish <i>Shirinov S.G‘., Olimov J.S.</i>	99

Совместный Беларусско-Узбекский  
межотраслевой институт прикладны  
технических квалификаций в городе Ташкенте  
Заведующий кафедрой «Материаловедение  
и современные инновационные технологии»

д.т.н., профессор

**Тилабов Баходир Курбанович,**

[btalabov@mail.ru](mailto:btalabov@mail.ru) (+ 998 90) 959-29-59.

Старший преподаватель – соискатель

**Олимжонов Рустамжон Зокиржон ўғли,**

[r.olimjonov@sbumiptk.uz](mailto:r.olimjonov@sbumiptk.uz) (+ 998 90) 111-79-22.

УДК 621.78.011; 621.74.04

## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОРОШКООБРАЗНЫХ НАПЛАВОЧНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

## MASHINALARNING QUYMA DETALLARIGA EYILISHGA BARDOSHLI KUKUNSIMON QOPLAMA QOPLAB TERMİK ISHLOV BERISH

## HEAT TREATMENT OF POWDER SURFACE CARRIERS WEAR-RESISTANT CASTING PARTS OF MACHINERY

### АННОТАЦИЯ

*В статье приведены материалы исследований строения и свойств твердосплавных покрытий, полученных в процессе литья изделий по газифицируемым моделям. Изучены состав и свойств стали, также изучены твердость и микротвердость поверхностных и подповерхностных слоев литых деталей. Проанализирован относительная износостойкость испытаний, проведенные в лабораторных и полевых условиях. Проведены окончательные режимы термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией для литых деталей. Показано, что термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией увеличивает износостойкость твердосплавных покрытий и готовых изделий в 2-3 раза.*

### АННОТАЦИЯ

*Maqolada gazlanuvchi modellar bo'yicha quyimakorlik usuli jarayonida qattiq qotishmali qoplamalar bilan olingan buyomlarning tuzilishi va xossalaring tadqiqot materiallari keltirilgan. Po'latning tarkibiy va xossalari o'rganilgan hamda quyma detalning yoza va yoza osti qatlamlarining qattiqligi va mikroqattiqligi o'rganilgan. Laboratoriya va dala sharoitlari sinovlarining eyilish holatlari tahlil qilingan. Quyma detallar uchun ikki marta faza qayta kristallanish termik ishlov berishning oxirgi rejimi o'tkazilgan. Ikki marta faza qayta kristallanish termik ishlov berishda qattiq qotishmali qoplamalarning va tayyor buyomlarning eyilishga bardoshlilik 2-3 martaga oshganligi ko'rsatilgan.*

### ANNOTATION

*The article presents the materials of studies of the structure and properties of hard-alloy coatings obtained in the process of casting products according to gasified models. The composition and properties of steel were studied, and the hardness and microhardness of the surface and subsurface layers of cast parts were also studied. The relative wear resistance of tests carried out in laboratory and field conditions is analyzed. The final modes of heat treatment with double phase recrystallization for cast parts were carried out. It is shown that heat treatment with double phase recrystallization increases the wear resistance of hard-alloy coatings and finished products by 2-3 times.*

**Ключевые слова:** газифицируемый модель, твердосплавное покрытие, среднеуглеродистый сталь, твердость и микротвердость, микроструктура, термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией, абразивная износостойкость.

**Kalitli so'zlar:** gazga aylanuvchi model, qattiq qotishmali qoplama, o'rtauglerodli po'lat, qattqlik va mikroqattqlik qatmiqlik va mikroqatmiqlik, mikrostrukturasi, ikki marta faza qayta kristallanish termik ishlov berish, eyilishga bardoshlilik.

**Key words:** gasified model, hard alloy coating, medium carbon steel, hardness and microhardness, microstructure, double phase recrystallization heat treatment, abrasive wear resistance.

**Введение.** Высокий уровень новых инновационных технологий в зарубежных странах предопределил существенное отставание отечественной промышленности, изготавливающей металлические изделия [1,2] для собственного потребления, в связи с чем ряд Узбекских заводов металлургической и машиностроительной промышленности ориентируется на потребление зарубежных аналогов металлопродукции. Главным образом это связано с низким качеством литых деталей отечественных предприятий, таких как «неликвиды» детали стальных и чугуновых изделий, используемые для массового выпуска металлической продукции.

Основная причина неконкурентности отечественных стальных деталей – их низкая эксплуатационная стойкость на автоматизированных линиях для выпуска металлоизделий из-за появления в процессе их работы рельефности на рабочих поверхностях (или гранях) за счет выгорания необходимых включений и формирования трещин разгара в местах теплового удара. Одна из особенностей эксплуатации этих деталей – циклическое воздействие высоких температур в бесперебойном режиме до полного износа металлокомплекта, формирующего расплавленное покрытие, из-за чего к литым деталям [3] предъявляют жесткие требования к термо-, жаро-, износо- и коррозионной стойкости, термоусталости [4,5] и к условиям механической обработки.

**Цель работы.** Целью данной работы является технология изготовления литых деталей машин с порошкообразным наплавочным твердосплавным износостойким покрытием путем литья по газифицируемым моделям и повышения их твердости и износостойкости методом оптимальной термической обработки.

Для формирования необходимой структуры деталей, как в литом состоянии, так и после их термической обработки, были выбраны детали, работающие в контакте с расплавленным покрытием при 900-1150<sup>0</sup>С, изготавливаемые в литейном цехе ХК «Metallmexqurilish» в песчаных формах путем литья по газифицируемым моделям. К таким деталям относятся металлургические стальные ролики прокатного стана с износостойким наплавочным сормайтвым покрытием толщиной слоя от 1,0 до 3,0 мм [6].

Данный процесс доступен в осуществлении, легко регулируется, позволяет получать модели весьма простой и сложной конфигурации с различной толщиной стенок, значительными габаритными размерами, при заданной плотности, точности и чистоте поверхности. Готовые модели после сушки покрывали слоем противопожарной краски (смесь асбестового порошка со связующим) и после повторной сушки проводилось крепление пеномоделей в опоку-контейнера с помощью элементов стояка-коллекторов и литниковой системы. После сборки пеномоделей производилась их формовка сухим кварцевым песком (1К0315 и др.) доверху опоки и одновременно проводили уплотнение пневматической вибрацией.

**Методика проведения исследований.** В настоящей работе исследуются состав и свойства, твердость и микротвердость, микроструктура и абразивное изнашивание литых деталей с поверхностным упрочнением, полученных путем литья по

газифицируемым моделям, а также до и после оптимальной термической обработки (закалка с последующим отпуском) [6,7]. Литые образцы и детали изготавливались из стали 35ГЛ таким образом, чтобы на рабочей поверхности оказались с высокой твердостью. Выбор этих сталей и деталей в качестве объекта исследования обусловлен необходимостью изучения влияния термической обработки на структуру и абразивную износостойкость стальных отливок. Размеры стальных образцов были 15x15, 20x20 и 22x22 мм, а также для абразивного изнашивания 70x35x15 мм.

При формовке состояния пеномодели (рис.1,а) располагаются горизонтально, а их рабочая поверхность кверху. Для образования износостойкого наплавочным твердосплавного сормайтowego покрытия в процессе литья готовилась паста, состоящая из порошков твердого сплава ПГ-С27 и раствора 4%-го поливинилбутирала в спирте (определенного процента по массе). Эти пасты наносились на рабочую поверхность пеномодели (рис.1,б,в) и подвергались тепловой сушке. После сушки опять производилось крепление пеномоделей в литейную опоку-контейнера. Затем устанавливали опоку в основной конвейер и заливали жидким металлом при температуре 1600-1650<sup>0</sup>С через литниковую систему при сифонном подводе металла. Расплавленный металл подавался непосредственно на пеномодель. Под действием этого расплава полистирол газифицируется и образующая полость заполняется металлом по составу, соответствующему стали марки 35ГЛ. В связи с этим в данной работе исследуется химический состав твердого сплава типа сормайт марки ПГ-С27. Выбор состава наносимого покрытия производился по двум критериям: 1-покрытие должно отвечать требованию 3-5 - кратного увеличения износостойкости по сравнению с износостойкостью стальной основы; 2-покрытие должно включать доступные и недорогие компоненты и отличаться простотой технологией его нанесения.

Исходя из этого, выбрали твердый сплав типа «сормайт». Таким способом получается *отливка детали* с износостойким наплавочным покрытием (рис.1,г). Заполнение формы жидким металлом является *одним из основных этапов формирования отливки*, определяющего многие показатели её качества. Следует отметить, что заливку форм нужно производить особенно тщательно, аккуратно и равномерно при постоянном гидростатическом напоре. В работе представлены стальные ролики прокатного стана (рис.1,а,б,в,г) по хоздоговору №6/11 АО «Узметкомбинат», с наплавочным износостойким покрытием, изготовленных путем литья по газифицируемым моделям в ХК «Metallmexqurilish». В данное время эти ролики изготавливаются по новым инновационным технологиям путем литья по газифицируемым моделям, одновременно с наплавочным износостойким покрытием с толщиной слоя 1,0 - 2,0 - 3,0 мм и оптимальной термической обработкой с двойной фазовой перекристаллизацией [6,8] который повышает твердость и износостойкость стальных роликов в два и более раза по сравнению с серийными изделиями.

Для измерения поверхностной твердости стальных образцов (деталей) с размерами 15x15 мм и 20x20 мм использовали методы Бринелля и Роквелла. В качестве индентора применяли стальные шарики диаметром 2,5; 5,0 и 10 мм. В наших случаях взяли шарик диаметром 5 мм, при нагрузке 750 кгс и продолжительности выдержки 10-15 с.

В качестве индентора по HRC использовали алмазный конус с углом при вершине 120° и радиусом закругления 0,2 мм (шкалы А и С) и стальной шарик диаметром 1,5875 мм (1/16 дюйма) (шкала В). Поверхностная твердость закаленных образцов и литых деталей по Роквеллу составляет 58-62HRC.

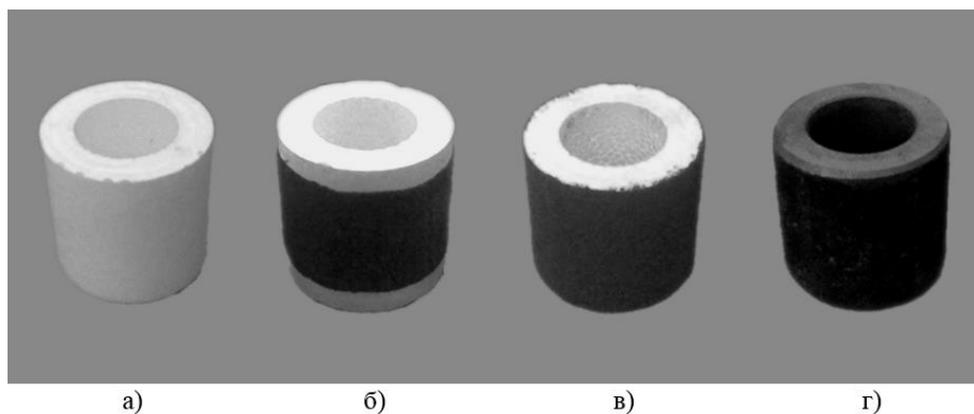


Рис.1. Пеномодель стального ролика прокатного стана №СП1413.16, изготовленная путем литья по газифицируемым моделям с износостойким наплавочным покрытием: **а**-пеномодель ролика; **б,в**-пеномодель ролика с покрытием по всему изнашивающему поверхностному покрытию; **г**-литая стальная ролик с твердосплавным покрытием и после термообработки.

Выбор углеродистых сталей в качестве объекта исследования обусловлен необходимостью изучения влияния на внутреннюю структуру и абразивную износостойкость образцов из стали 35ГЛ.

*Металлографические исследования.* Макро - и микроисследования изучали оптическим металлографическим микроскопом МБС-1, МБС-9, МИМ-8М и Neofot-21. Стальные образцы для визуальных испытаний были круглые и четырехкватратные с размерами 12x12, 15x15, 15x20, 20x20 и 22x22 мм. Микроструктура и микротвердость углеродистых сталей после оптимальной термической обработки значительно изменяются. Если закалка производится с температуры нагрева от 900°C до 1150°C, то перлитная составляющая структуры испытывает мартенситное превращение, а расположение карбидной составляющей не изменяется. После повторной оптимальной термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией образуется крупно – и мелкозернистые мартенситные структуры (рис.2). На микроструктуре хорошо просматриваются мартенситные иглы, наименьшее количество - остаточный аустенит, первичные карбиды и подслои высокоуглеродистого мартенсита.

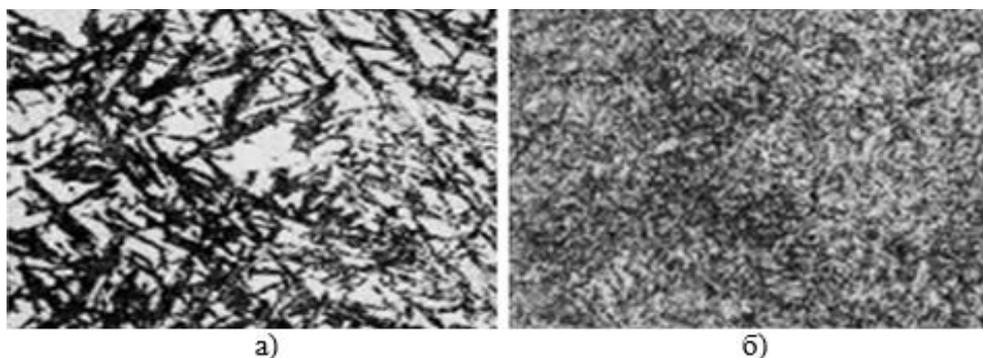


Рис.2. Структура мартенсита: **а**-крупнозернистый; **б**-мелкозернистый. X500

*Результаты исследований и их обсуждение.* Для проверки толщины слоя отливки взяли одна из готовых стальных деталей с твердосплавным износостойким покрытием, вырезали кусок шлифа для макро - и микроисследования (рис.2а), затем его отшлифовали и отполировали (рис.2б), а потом промыли и травили специальным

травителем для выявления поверхностного покрытия толщиной слоя 2-3 мм (рис.2в). Толщина слоя более явно и визуально представлено на макроструктуре (рис.2г) [5].

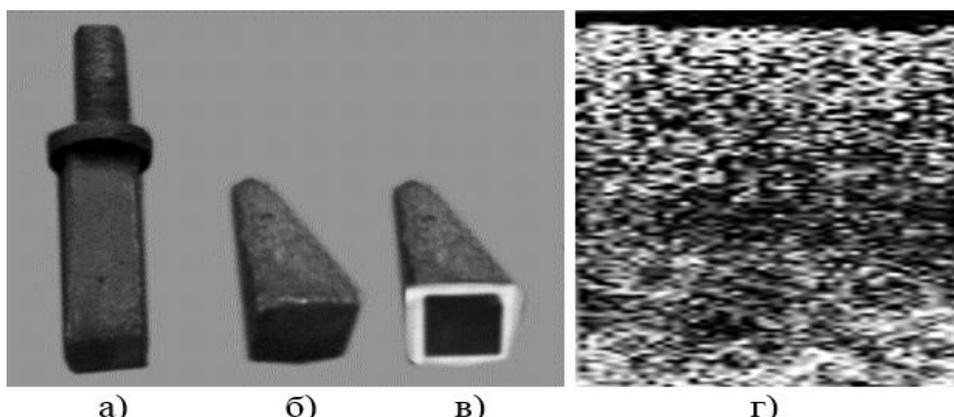


Рис.3. Стальная отливка детали и вырезанные образцы с твердосплавным покрытием: **а**-отливка детали; **б**-вырезанные куски образца детали в шлифованном и полированном виде; **в**-травленный образец с толщиной покрытия 2,5 мм; **г**-структура поверхностного покрытия толщиной слоя 3,0 мм. X500

*Оптимальные режимы термической обработки.* Эти образцы подвергали различным режимам термической обработки. Термическую обработку литых образцов с износостойким твердосплавным покрытием проводили в лабораторных печах, а натуральных изделий – в термической камерной печи при различных температурах нагрева:

1) Смягчающий отжиг при температуре 700-720<sup>0</sup>С в течение двух часов, а охлаждение вместе с печью;

2) Термическая обработка, закалка образцов с нагревом до температуры от 900 до 1150<sup>0</sup>С, а охлаждение в масле или на воздухе;

3) Отпуск при различных температурах нагрева 300<sup>0</sup>С, 450<sup>0</sup>С, 500<sup>0</sup>С, 550<sup>0</sup>С, 600<sup>0</sup>С. Время выдержки образцов при отпуске - 1,5 часа, а охлаждение на воздухе;

4) *Двойная закалка.* Образцы после первой заковки с различных температур нагрева и промежуточного отпуска 450<sup>0</sup>С-600<sup>0</sup>С подвергали повторному нагреву до 925-940<sup>0</sup>С, закаливали, охлаждали в масле и отпускали при температуре 300<sup>0</sup>С. Двойная закалка [6-8] используется впервые для увеличения износостойкости твердосплавных литых деталей. После двойной заковки повышаются твердость, микротвердость и, особенно, износостойкость твердосплавных образцов и деталей в 2-3 раза [9,10] по сравнению с серийными изделиями.

**Выводы.** Исходя из вышеприведенного можно сделать вывод о том, что термически обработанные стальные литые ролики с износостойким твердосплавным покрытием испытана в условиях производства. Результаты испытания показали, что опытно-экспериментальные ролики без твердосплавного покрытия в 1,2 раза, с твердосплавным покрытием в 1,5-2,0 раза, с износостойким твердосплавным покрытием после оптимальной термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией в 2,5-3,0 раза повышают свою износостойкость и долговечность по сравнению с серийными изделиями. Данная инновационная технология внедрена в производство АО «Узметкомбинат» с экономическим эффектом.

### Литература

1. Гини Э.Ч. Технология литейного производства: специальные виды литья. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 352 с.
2. Фесенко М.А., Косячков В.А. Технологические процессы модифицирования расплава чугуна. Национальный технический университет Украины «КПИ». – Киев.: Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, 2007. - 235 с.
3. Околович Г.А. Новые технологии изготовления стальных поршневых колец и деталей машин. – Барнаул.: Алтайский государственный технический университет имени И.И.Ползунова, 2011. №1. - С.582-587.
4. Комаристов В.Е. Сельскохозяйственные машины и их работы. – М.: Колос, 2006. - 283 с.
5. Ниловский И.А. Из опыта работ по изысканию способов повышения износостойкости лемехов и других деталей сельскохозяйственных машин. - В сб.: Повышение износостойкости лемехов. – М.: Mashgiz, 2007. - С. 202-212.
6. Тилабов Б.К. Износостойкость наплавочного твердого сплава типа ПГ-С27 с метастабильным аустенитом и мартенситом. Республиканский межвузовский сборник научных трудов. - Ташкент. 1-вып. 2011. - С.359-362.
7. Мухамедов А.А. Влияние параметров структуры термически обработанной стали на абразивную износостойкость // Известия ВУЗов. – Черная металлургия, 2009. №7. - С.98-105.
8. Мухамедов А.А. Определение причин ускоренного износа литых стальных деталей машин. Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник научных трудов. Ташкент. Часть 1. 2013. - С.221-224.
9. Tilabov B.K. Heat treatment cast parts with carbide wear resistant coatings obtained by casting on gasified models. – Ташкент.: Вестник ТашГТУ, 2014. №1. - С.93-98.
10. Tilabov B.K. Increase the service life of cast parts tillihg machines // International Conference «Global Science and Innovation» March 23-24, 2016. – USA. Chicago, 2016. - P.222-226.