

УДК 621.74.745  
669.1574-194

На правах рукописи

**ЗУДОВА МАРИЯ СТАНИСЛАВОВНА**

Литейная технология по созданию отливок из стали 110Г13Л с  
поверхностью повышенной износостойкости для горно-металлургического  
машиностроения

6N0712 – Машиностроение

**Автореферат**

диссертации на соискание академической степени  
магистра технических наук

Республика Казахстан  
г. Усть-Каменогорск, 2011

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском Государственном техническом университете им. Д.Серикбаева, АО «Восточно-Казахстанский машиностроительный завод»

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
Волков Виктор Николаевич

Официальный оппонент: доктор технических наук, профессор  
Шеров Карибек Тагаевич

Защита состоится «20» июня 2011 года в 9:00 часов на заседании диссертационного совета при Восточно-Казахстанском Государственном техническом университете им. Д.Серикбаева по адресу: 070012, г. Усть-Каменогорск, ул. Дзержинского 7/2, 5-2  
т.р. 8(7232)536595

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Восточно-Казахстанского Государственного технического университета им. Д.Серикбаева

Автореферат разослан «20» мая 2011 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Капаева Саркен Джулгазывна

## Введение

**Объём и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 разделов, заключения, 2 приложений, графической части, изложенная на 60 страницах и содержит 27 рисунков, 4 таблицы, список литературы из 51 наименования.

**Перечень ключевых слов:** сталь; аустенит; цементит; ледебурит; углеродная ткань; металлическая подложка; науглероживание; высокомарганцовистая сталь; литейная форма; зуб ковша; химический состав; микроскоп; отливка; твердомер; статистика.

**Актуальность исследования.** Металлургическая промышленность Казахстана является крупным сектором отечественной экономики. Преимуществом металлургии Казахстана является наличие собственной минерально-сырьевой базы.

Намеченное развитие экономики Республики Казахстан непременно приведёт к поднятию машиностроения, а также других отраслей промышленности: производство горнорудного, обогачительного, металлургического и транспортного оборудования, в том числе литейного производства.

Распространение в области горного производства получила марганцовистая сталь 110Г13Л. Повышение качества продукции из этой стали будет способствовать значительному увеличению производительности труда, повышению надёжности и долговечности машин и запасных частей к ним. Решение этой задачи связано с разработкой новых методов плавки, легирования, модифицирование расплава, снижения содержания фосфора, водорода, кислорода в металле.

Производство стали 110Г13Л постоянно растёт. Достигнуто значительное улучшение качества этой стали, в основном, в результате оптимизации её состава и легирования, модифицирования титаном, редкоземельными металлами, ванадием, кальцием и другими материалами.

**Цель исследования.** Разработка нового технологического процесса получения отливок с упрочнённым рабочим слоем и исследование структуры и свойств высокомарганцовистого металла отливок, поверхностный слой которых насыщен углеродом. Оптимизация химического состава стали Гадфильда с целью уменьшения брака по трещинам.

**Объектом исследования** является высокомарганцовистая сталь 110Г13Л.

**Задачи исследования:**

- разработка процесса поверхностного упрочнения за счёт поверхностного насыщения стали углеродом для деталей, работающих в условиях интенсивного абразивно-ударного износа;
- оптимизация химического состава стали 110Г13Л для уменьшения брака по трещинам;
- изучение механизма влияния указанных процессов на структуру, механические и служебные свойства;

- внедрение результатов исследований в производство.

**Методы исследования.** Изучение структуры стали проведено с помощью оптической микроскопии. Химический состав определяли на современных приборах: экспресс-анализатор на углерод АН-7529М и анализатор многоканальный атомно-эмиссионных спектров МАЭС.

**Научная новизна исследования.**

- разработана литейная форма, позволяющая получить отливки с упрочнённой рабочей поверхностью методом науглероживания.

- твёрдость упрочнённого слоя в два раза больше твёрдости матрицы.

- глубина упрочнённого слоя на 2-3 мм больше по сравнению с известной технологией.

- поверхность отливок более чистая, без газовых раковин и пузырей.

Получено заключение о выдаче инновационного патента на изобретение №2010/0,198.1 от 12.08.10.

**Практическая ценность работы.** Результаты исследований явились основой для разработки и промышленного внедрения на АО «Востокмашзавод»

- технологии получения отливок с упрочнённой рабочей поверхностью;

- ограничения по содержанию углерода, марганца, кремния в стали 110Г13Л, что позволило уменьшить брак по трещинам на 5,5%, получить годовой экономический эффект в сумме 104 млн. тенге при производстве стали 110Г13Л в объёме 8 тыс. тонн в год.

**Автор защищает:**

- литейную форму с графитовым покрытием на подложке для изготовления отливок из высокомарганцевистой стали;

- зависимости, описывающие влияние науглероженного поверхностного слоя на твёрдость, содержание углерода и износ отливки;

- зависимость износа обычных и науглероженных шаров от времени испытания;

- оптимизацию химического состава стали 110Г13Л;

- материалы промышленного опробования и внедрения в производство.

**Апробация работы.** Материалы диссертации докладывались и обсуждались на X и XI Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» (ВКГТУ, апрель 2010 и 2011); на Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых учёных «Инновационные технологии и экономика в машиностроении» (Томский политехнический институт, Томск 2010 и 2011).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 4 работы, получено заключение о выдаче инновационного патента на изобретение №2010/0198.1.

**Краткое содержание работы:** во *введении* рассматриваются: актуальность работы, цель и задачи исследования, научная новизна и практическое значение диссертационной работы.

*Первая глава* (состояние вопроса) посвящена вопросам выплавки, легирования и рафинирования высокомарганцовистой стали. Современным и перспективным методам повышения свойств стали 110Г13Л. Показано, что в связи интенсификацией производства указанные методы не всегда обеспечивают требуемое качество изделий, в связи с чем имеется необходимость в разработке новых методов, повышающих качество металла отливок из стали 110Г13Л.

Во *второй главе* описаны материалы, методики исследований и схемы установок. Описана технология плавки стали.

Металлографический анализ проводился на рабочем металлографическом микроскопе ММР-4 на специально вырезанных образцах из экспериментальных отливок.

Твёрдость стали 110Г13Л измеряли по Бринеллю на твердомере ТШ-2М, а твёрдость науглероженного слоя измеряли по Роквеллу на твердомере ТК-2.

Содержание углерода определяли на экспресс-анализаторе на углерод АН-7529М. Для определения содержания марганца, кремния, фосфора, хрома, никеля в металле, используется анализатор многоканальный атомно-эмиссионных спектров МАЭС.

Износостойкость деталей (шаров) с повышенным содержанием углерода определяли в условиях, приближенных к промышленным по потере их массы при испытании в шаровой мельнице.

В *третьей главе* описана новая технология производства отливок из стали 110Г13Л с целью повышения их эксплуатационных характеристик.

Предложена новая технология изготовления литейной формы и получено заключение о выдаче инновационного патента на изобретение №2010/0198.1 от 12.08.10.

Науглероживание рабочей поверхности зубьев ковшей экскаваторов и шаров для лабораторных испытаний проводилось с помощью углеродной ткани УТМ-8. Ею обкладывалась земляная форма в тех местах, где необходимо было провести насыщение углеродом рабочей поверхности деталей. Суть новой технологии в том, что форма обкладывалась тканью на подложке из фольги.

На рисунке 1 показана земляная форма 1, на которой П-образными шпильками 2 закреплена углеродная ткань 3 на металлической подложке 4.

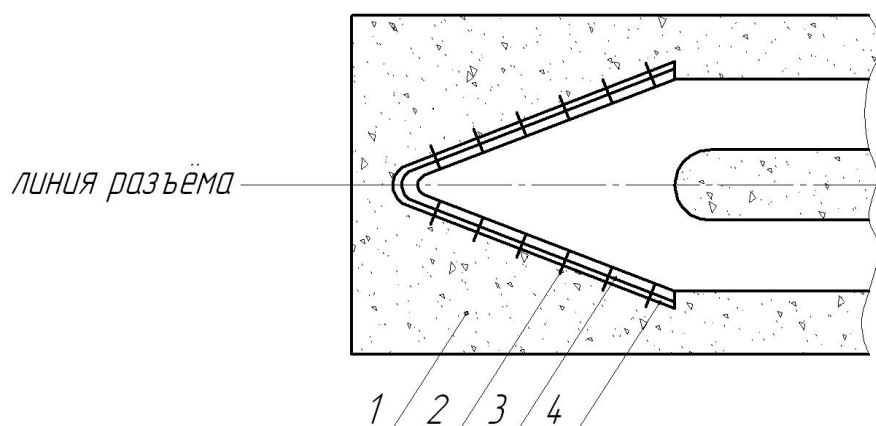


Рисунок 1 – Литейная форма для изготовления отливок с углеродным покрытием из ткани

Формовка проводилась на современной автоматической линии импульсной формовки, изготовленной на новосибирском заводе «Сиблитмаш». После изготовления нижней полуформы на формовочной установке часть формы, образующая остриё зуба, выкладывалась металлической фольгой. Затем сверху формовочными шпильками закреплялась углеродная ткань УТМ-8. Верхняя полуформа изготавливалась таким же образом. После сборки форма заливалась жидким металлом. Литые заготовки после охлаждения освобождались от формовочной смеси на выбивной решётке.

В процессе заливки жидкой стали 110Г13Л в форму и выдержки в ней, углеродная ткань растворялась в металле, науглероживая наружную рабочую часть литой заготовки. Глубина науглероженного слоя достигала 2-5 мм в зависимости от толщины углеродной ткани.

Из готовых отливок «холодным» способом, чтобы не изменилась структура металла, вырезались образцы для определения твёрдости и проведения металлографического анализа стандартными способами. Для определения содержания углерода с рабочей поверхности послойно снималась стружка на строгальном станке, и определялось содержание углерода стандартным методом сжигания.

Использование предложенной литейной технологии позволило получить отливки зуба ковша экскаваторов без газовых раковин и пузырей. Важным преимуществом предложенной литейной формы явилась диффузия углерода практически только внутрь отливки, так как подложка из фольги не позволила углероду диффундировать в форму, что привело к меньшему расходу дорогой углеродной ткани и получению той же, или выше концентрации углерода. В результате получился значительный экономический эффект за счёт повышения износостойкости и долговечности зуба ковша, экономии материалов.

На рисунке 2а показана зависимость содержания углерода в стали 110Г13Л и твёрдости от толщины углеродной ткани и расстояния от поверхности отливки. Видно, что твёрдость отливки достигает 465 НВ, а затем падает, асимптотически приближаясь к твёрдости термообработанной

стали 110Г13Л. Твёрдость науглероженного поверхностного слоя значительно выше, чем твёрдость аустенитной матрицы. Содержание углерода достигает 2-2,2% на глубине 3-4 мм.

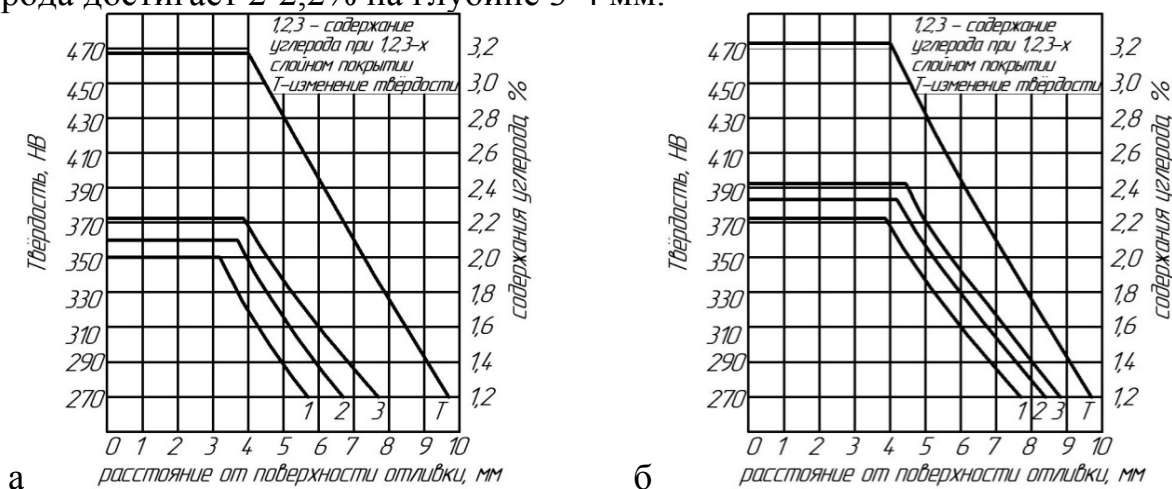


Рисунок 2 – зависимость содержания углерода и твёрдости от толщины углеродной ткани, закреплённой непосредственно на форме (а) и на подложке из фольги (б) и расстояния от поверхности отливки

На рисунке 2б, глубина науглероженного слоя отливок, отлитых в форму с тканью на подложке, несколько больше (4-6мм), чем у отливок, отлитых в форму с углеродной тканью без подложки. Твёрдость науглероженного слоя выше и составляет 475 НВ. Замечено также, что поверхность отливок, отлитых с применением фольги, более чистая по газовым раковинам. Ход кривых твёрдости в обоих случаях повторяет ход кривой содержания углерода, что говорит о чистоте эксперимента.

На рисунках 3 и 4 показаны структуры науглероженного слоя литой заготовки из стали 110Г13Л в литом состоянии и после термической обработки, которая заключалась в нагреве до 1100<sup>0</sup>С и закалке в воде для аустенизации. Видно, что на поверхности литых заготовок образуется белый высокомарганцовистый чугун, содержащий 2-2,4% углерода, содержание которого постепенно уменьшается до стальной матрицы, содержащей ≈1,2% углерода.

При изучении микроструктуры литого металла видно, что толщина насыщенного углеродом слоя достигает 6 мм. До глубины порядка 2,5 мм структура состоит из аустенита и ледебурита, плавно переходящая в аустенитную структуру.

Структурный анализ стали 110Г13Л после закалки с температуры 1100<sup>0</sup>С в воду показывает, что в поверхностных слоях отливки произошли существенные структурные изменения (рис.4). Наблюдается практически полное исчезновение карбидной эвтектики – ледебурита, что объясняется следующим образом: железомарганцовистый карбид (Fe, Mn)<sub>3</sub>C достаточно легко растворим в аустените при нагреве стали 110Г13Л до температуры 1100<sup>0</sup>С и выдержке при этой температуре.

От поверхности 0,5 мм



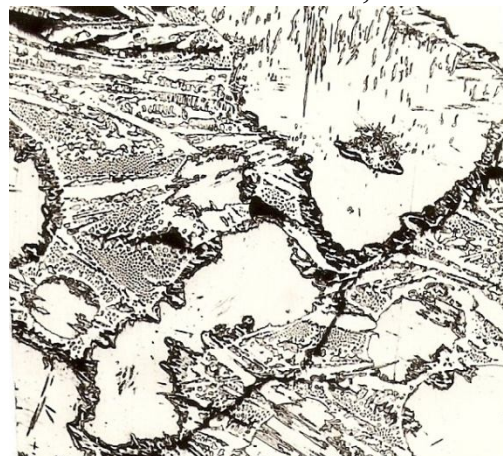
Структура	Микротвёрдость
Ледебурит	1013-1079
Аустенит	244-328
Карбиды	1290
(Ф+К)	328-585

2,5 мм



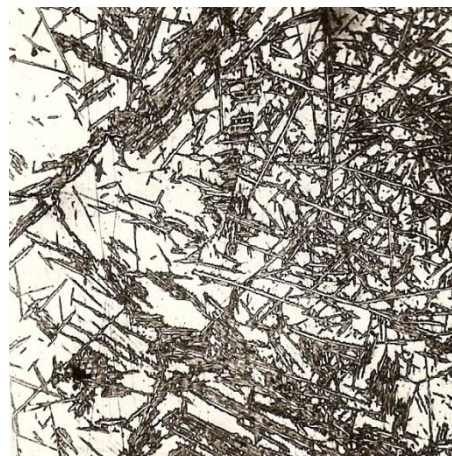
Аустенит	341-354
(Ф+К)	530-555

1,5 мм



Структура	Микротвёрдость
Ледебурит	890-1290
Аустенит	328-395
Карбиды	1221-1640
(Ф+К)	555-645

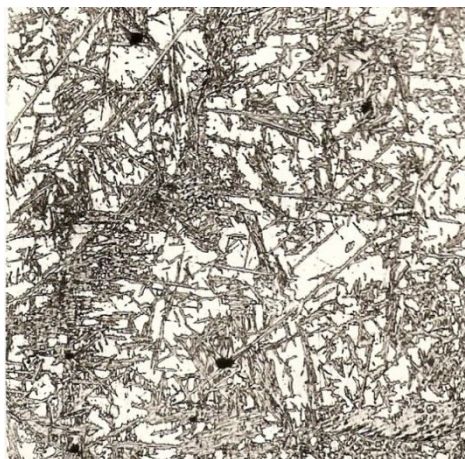
3,5 мм



Аустенит	452-487
(Ф+К)	341-381

Рисунок 3 – Микроструктуры науглероженного слоя стали 110Г13Л в литом состоянии

4,5 мм



5,5 мм



Аустенит  
(Ф+К)

367-447  
367-446

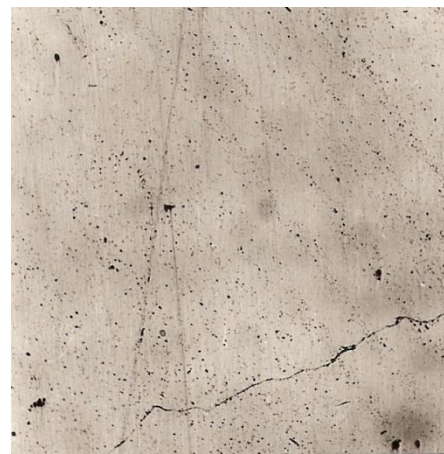
Аустенит  
(Ф+К)

367-395  
447-338

6,5 мм



7,5 мм



Аустенит

328-341

Аустенит

307-317

Рисунок 3 (продолжение) – Микроструктуры науглероженного слоя стали 110Г13Л в литом состоянии

0,5 мм



Структура	Микротвёрдость
Аустенит	260-268
Карбиды	1200

1,5 мм



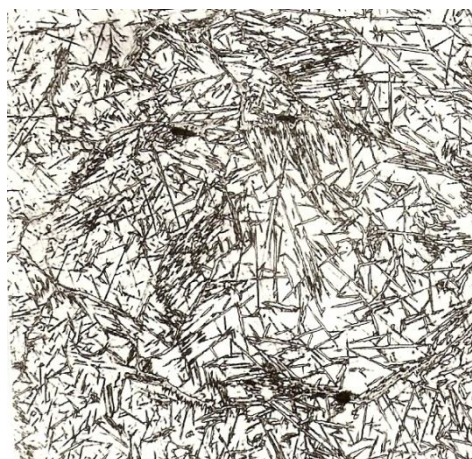
Структура	Микротвёрдость
Аустенит	270-290
Карбиды	1200

2,5 мм



Аустенит	300-350
Карбиды	1200

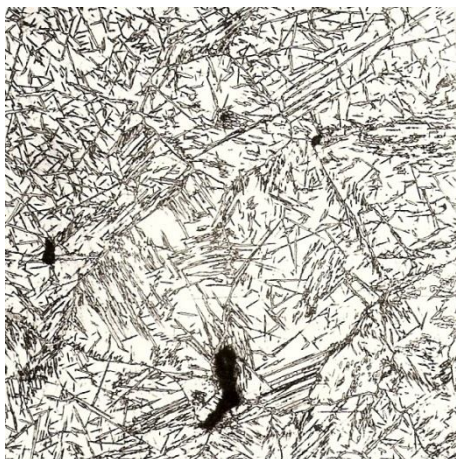
3,5 мм



Аустенит	341-467
Карбиды	1200

Рисунок 4 – Микроструктуры науглероженного слоя стали 110Г13Л после термической обработки

4,5 мм



Аустенит	341-367
Карбиды	1100

5,5 мм



Аустенит	244-280
Карбиды	1100

6,5 мм



Аустенит	236-277
Карбиды	1000

7,5 мм



Аустенит	268-188
----------	---------

Рисунок 4 (продолжение) – Микроструктуры науглероженного слоя стали 110Г13Л после термической обработки

В шаровой мельнице исследовали износ шаров диаметром  $72,5 \pm 0,5$  мм, отлитых по предлагаемому способу (рисунок 5)



Рисунок 5 – Зависимость износа обычных (1) и науглероженных (2) шаров от времени испытания

На рисунке 5 представлена зависимость износа обычных и науглероженных шаров от времени их обкатки. Из рисунка следует, что износ обычных образцов вначале более чем в 4 раза превышал износ шаров с науглероженной поверхностью. Далее этот разрыв сокращался, а затем износ обычных и опытных шаров становился одинаковым. Относительная кратковременность действия на износ науглероженного слоя является объяснимой, если учесть, что он имел небольшую толщину. Естественно, что с увеличением толщины науглероженного слоя долговечность деталей возрастает.

В последнее время появилось новое лабораторное оборудование, обеспечивающее быстрое, качественное, точное определение химического состава стали 110Г13Л. Стало возможным оптимизировать химический состав стали 110Г13Л без задержки процесса выплавки.

Повышение в стали содержания углерода от 0,9 до 1,5% приводит к повышению временного сопротивления разрыву и предела текучести на 10-20%, но и одновременно резкому снижению величины ударной вязкости почти в 2 раза (рис.6).

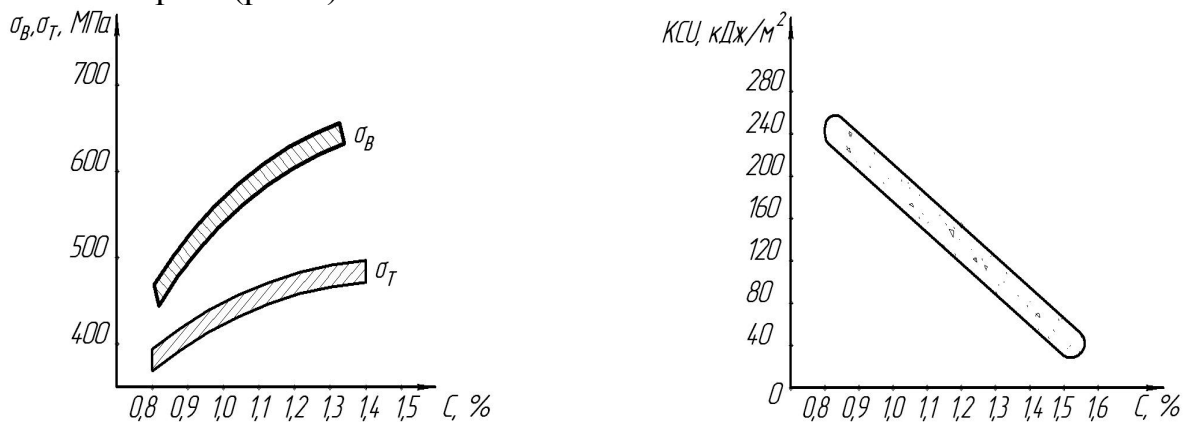


Рисунок 6 - зависимость предела текучести, временного сопротивления и ударной вязкости от содержания углерода в стали 110Г13Л

Увеличение содержания марганца в стали 110Г13Л выше 13% не влияет на показатели механических свойств, но приводит к некоторому росту зерна аустенита.

Из диаграммы на рисунке 7 видно, что в сплаве при содержании марганца от 11,00% до 13,00% и углерода от 0,90% до 1,25% в сплаве образуется меньше свободных карбидов, чем при стандартном содержании марганца 11,50%-15,00% и углерода 0,90%-1,50%. Это приводит к повышению механических свойств стали 110Г13Л.

Из диаграммы на рисунке 8 видно, что при содержании углерода в стали 110Г13Л в пределах 0,90% - 1,25% карбиды железа и марганца растворяются в аустените полнее при нагреве под закалку до температуры 1100°C, что позволяет иметь более чистые от карбидов (Fe, Mn)<sub>3</sub>C границы зёрен и, следовательно, выше механические свойства.

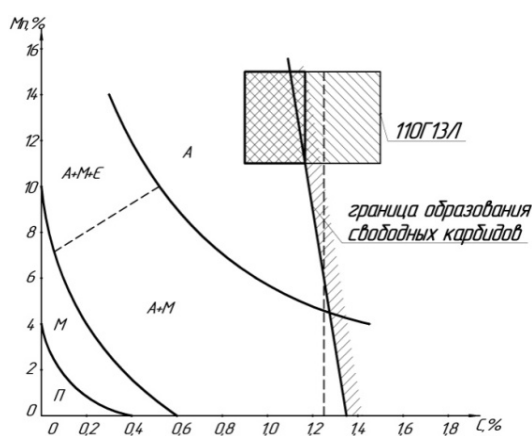


Рисунок 7 – Структуры стали 110Г13Л, закалённой с температуры 1100°C в воде

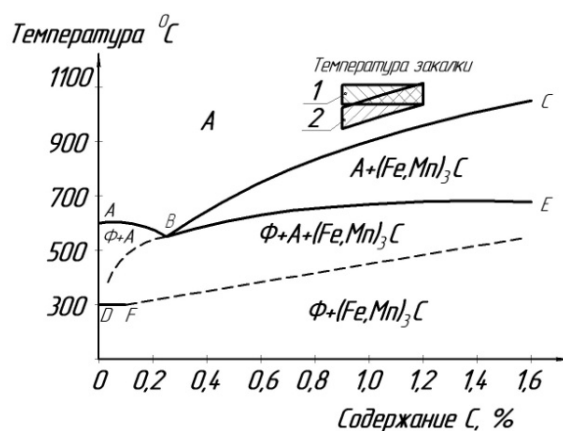


Рисунок 8 – Диаграмма Fe-Mn-C при 13% Mn.

1 – фактическая температура (1050-1150°C);  
2 – теоретическая температура (950-1050°C)

Согласно ГОСТ 977-88 сталь 110Г13Л должна иметь следующий состав по элементам в %:

Углерод С	Кремний Si	Марганец Mn	Хром Cr	Никель Ni	Сера S	Фосфор P
0,90-1,50	0,30-1,00	11,50-15,00	≤1,00	≤1,00	≤0,050	≤0,120

С целью повышения качества отливок из высокомарганцовистой стали 110Г13Л предлагается внести следующие изменения в химсостав по ГОСТ 977-88:

Углерод С	Кремний Si	Марганец Mn	Хром Cr	Медь Cu	Никель Ni	Сера S	Фосфор P	
							обыч.	кач. кл. А
0,90-1,25	0,30-0,70	11,00-13,00	≤1,00	≤1,00	≤1,00	≤0,050	≤0,10	≤0,05

Для определения влияния химического состава стали 110Г13Л на процент брака по трещинам литых заготовок на АО «Востокмашзавод» были выбраны плавки за последние 20 лет. Результаты представлены на рисунке 9.

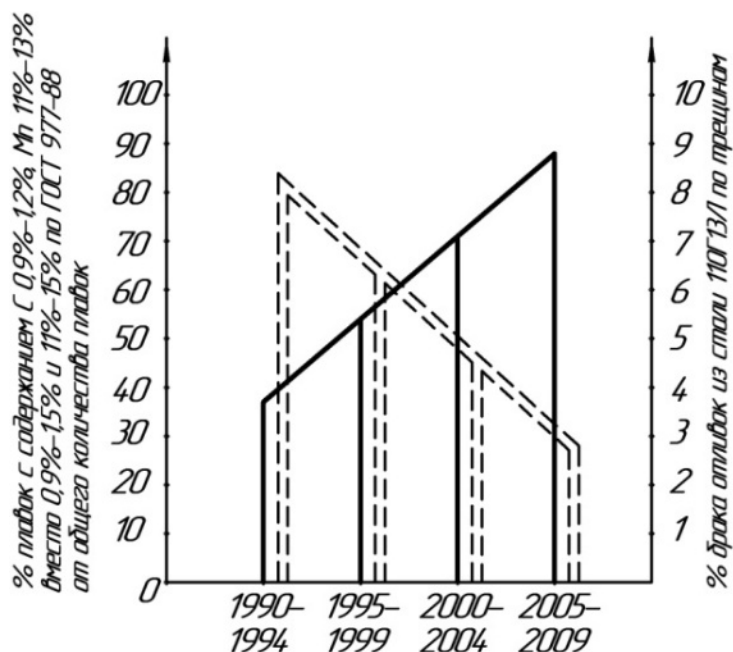


Рисунок 9 – Процент брака в литых заготовках из стали 110Г13Л по трещинам в зависимости от процента плавков, содержащих 0,9%-1,2% углерода и 11%-13% марганца (вместо 0,9%-1,5% и 11%-15% соответственно) по годам

- процент плавков с пониженным содержанием С и Мн от общего количества плавков
- процент брака в отливках из стали 110Г13Л по трещинам

Из рисунка 9 видно, что с увеличением процентов плавков с пониженным содержанием углерода и марганца процент брака по трещинам уменьшается. За счёт этого экономятся ферромарганец, ферросилиций, повышается качество термической обработки.

Результаты промышленных испытаний зубьев ковшей экскаваторов подтверждены актом испытаний и расчётами ожидаемого экономического эффекта.

## Заключение

1. На основании проведённых исследований предложена литейная форма, содержащая покрытие из углеродной ткани на рабочей поверхности литой заготовки, которое выполнено на металлической подложке из фольги, повторяющей геометрический профиль участка литейной формы. С увеличением в поверхностном слое отливки содержание углерода износ рабочей поверхности уменьшается в 1,5 раза.

2. Получены зависимости содержания углерода и твёрдости от толщины углеродной ткани и расстояния от поверхности отливки.

3. Предложено оптимизировать химический состав по углероду, марганцу, кремнию в пределах (С 0,90%-1,25%; Mn 11,00%-13,00%; Si 0,30%-0,70%), что уменьшает брак по трещинам. Внедрение ограничения по содержанию углерода, марганца, кремния позволили получить на АО «Востокмашзавод» годовой экономический эффект в сумме 104 млн. тенге при производстве стали 110Г13Л в объёме 8 тыс. тонн в год.

## Сведения о публикациях

Основное содержание работы отражено в следующих публикациях:

1. Волков В.Н., Зудова М.С. Повышение требований к химическому составу стали 110Г13Л для производства литых заготовок на основе инновационных достижений в металлургии. – Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых учёных «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». Томск, 2010.
2. Заключение о выдаче инновационного патента на изобретение №2010/0,198.1 от 12.08.10.
3. Зудова М.С., Волков В.Н. Инновационная технология изготовления зуба ковша экскаватора на основе достижений науки и техники. – Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых учёных «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». Томск, 2011.
4. Зудова М.С., Волков В.Н. Новая технология изготовления зуба ковша экскаватора. – Материалы X Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». Усть-Каменогорск, 2010.
5. Зудова М.С., Волков В.Н. Оптимизация химического состава стали 110Г13Л в условиях достижений науки и техники. – Материалы XI Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». Усть-Каменогорск, 2011.

## ЗУДОВА МАРИЯ СТАНИСЛАВОВНА

Тау-металлургиялық машина жасау үшін тозуға төзімділігі жоғары бетімен 110Г13Л болаттан құйындыны жасау бойынша құю технологиясы

### Түйіндеме

**Диссертация көлемі мен құрылымы.** Диссертация кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, 2 қосымшадан, графикалық бөлімнен тұрады, 60 беттен құралған және 27 суреті, 4 кестесі, 51 атаудан әдебиеттер тізімі бар.

**Өзекті сөздер тізімі:** болат, аустенит; цементит; ледебурит; көміртек матасы, металдан қабат, науглероживание; жоғары марганецті болат; құю формасы, ожау тісі; химиялық құрамы; микроскоп; құйма; қаттылықты өлшеуіш, статистика.

**Зерттеудің маңыздылығы:** Қазақстанның металлургиялық өнеркәсібі отандық экономиканы ірі секторы болып табылады. Қазақстан металлургиясының басымдылығы ол өзінің минералды-шикізат базасының қолда бары болып табылады.

Қазақстан Республикасының айтулы экономикалық дамуы машина жасауды, сонымен қатар өнеркәсіптің басқа да салаларын көтеруге әкеледі: тау-кен, байыту өндірісі, металлургия және көлік жабдықтары, оның ішінде құю.

Облыста тау өндірісін таратуда 110Г13Л марганецті болатты алды. Бұл болаттан өнімнің сапасын көтеру еңбек өндірісінің айтарлықтай көтерілуіне, сенімділіктің көтерілуіне және машиналардың ұзақ жүруіне және олардың қосалқы бөлшектеріне себеп болады. Бұл мәселені шешу ерітудің жаңа әдістерін жасаумен байланысты, мысалы қосындылау, ерітуді модификациялау, жанар тас, су тегін, металдағы оттегінің құрамын азайту.

110Г13Л болатын өндіру үнемі өсуде. Бұл болаттың айтарлықтай сапасына негізінен оның құрамының оңтайландыру қорытындысында және компалау, титанмен түрлендіру, сирек кездесетін жер металдарымен, ванадиймен, кальциймен және басқа да металдармен қол жеткізілді.

**Зерттеудің мақсаты.** Жаңа технологиялық үрдісті жасау, жұмыс қабатын реттеуде құюды алу және металл құйындысының жоғары марганецті сипаты және жоғарыоттегімен көрсетілген жоғарғы қабаты жасалды. Химиялық құрамының оңтайландыру Гадфильда мақсатында жарықтардың болуын азайту.

**Зерттеу нысаны** 110Г13Л жоғары марганецті болат болып табылады.

### ***Зерттеудің міндеттері:***

- интенсивті абразия-ұрындысының шартында жұмыс істейтін бөлшектер үшін көміртегі болатының беткі бөлшегін жасау есебінен үрдісті жөндеу,
- жарылу бойынша жіберілген ақауларды азайту үшін 110Г13Л химиялық құрамын жетілдіру;
- құрылымға аталған үрдістердің әсер ету механизмін танысу, механикалық және қызметтік құрылымдары;
- өндіріске зерттеу қорытындыларын енгізу.

***Зерттеу әдістері.*** Болат құрамымен танысу оптикалық микроскоп көмегімен жүргізіледі. Химиялық құрамының ақазіргі уақыттағы жабдықтармен нықтағаны: АН-7529М оттегі экспресс-анализаторы және МАЭС атомдық-эмиссиялық көп каналды анализаторы.

### ***Зерттеудің ғылыми жаңашылдығы.***

- құйындыларды алуға мүмкіндік беретін құюдың формасы жасалды, ол оттегімен алу әдісін сыртқы жұмыс түрімен құйындыларын алуға мүмкіндік береді.
- Қаттыланған қабаты матрицаның қаттылығынан екі есеге көп;
- Белгілі технологиямен салыстырғанда қаттыланған қабаттың тереңдігі 2-3 мм көп;
- Құйылымдардың жоғарғы қабаты тазарақ, газдық раковиналар мен көбіршектерсіз;

2010 жылғы 12 тамыздағы № 2010/0,198 инновациялық патентін беру туралы қорытынды алынды.

***Жұмыстың тәжірибелік бағалығы.*** Зерттеудің қорытындысы «Востокмашзавод» АҚ өнеркәсіптік енгізу және жөндеу үшін негіз болды.

- қысқартылған жұмыс бөлігімен құйындыларды алу технологиясы;
- оттегі, марганец, шақпа таста 110Г13Л болаты, жарықтардың пайда болуын 5,5 %-ға азайтты, 110Г13Л өндірісінде 62 млн. теңге көлемінде жылдық экономикалық әсері жылына 8 мың тонна көлемінде.

***Жұмыстың апробациясы.*** Диссертация материалдары студенттердің, магистрлардың, аспиранттар мен «Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуы» жас ғалымдардың X және XI Республикалық ғылыми-техникалық конференциясында (2010 және 2011 жылдардың сәуір айы), «Инновациялық технология және машина жасаудағы экономика» жас ғалымдар үшін ғылыми мектептердің элементтерімен Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция (Тоск политехникалық институты, Томск 2010 және 2011 жыл) қарастырылды.

***Басылымдар.*** Диссертация материалдары бойынша 4 жұмыс басылып шықты, ойлап табуға инновациялық патентті бкру туралы № 2010/0198.1 қорытындысы алынды.

## ZUDOVA MARIYA STANISLAVOVNA

Foundry technology for creating steel castings (110Г13Л) with an extra wear surface in mining and smelting mechanical engineering

### The summary

#### *The Volume and Structure of the Thesis.*

The thesis consists of an introduction, four sections, a conclusion, two appendixes, a graphic part given in 60 pages and containing 27 drawings, four tables, and the list of literature with 51 items.

#### *The List of Key-Words.*

Steel; austenite; cementite; ledeburite; carbon cloth; metal base; carbonization; highly manganous steel; casting form (casting); bucket tooth, chemical composition; microscope; founding; hardness gage; statistics.

#### *The Urgency of the Research.*

The metallurgy industry is a large sector of Kazakhstan's economy. One of the advantages of Kazakhstan's metallurgy is its own source of minerals and raw materials.

The economic development of the Republic of Kazakhstan will definitely cause the growth in mechanical engineering as well as in other industrial sectors such as mining, concentrating metallurgy, transport manufacturing, and foundry engineering.

Manganous steel (110Г13Л) has become widespread in the sector of mining manufacturing. The improved quality of the goods made from this kind of steel may favor a considerable rise in the working efficiency, safety and durability of machinery and its spare details. The problem is connected with the development of new methods of melting, alloying, melt inoculation, reduction of phosphorus, hydrogen and oxygen concentration in metal.

The production of steel (110Г13Л) is constantly growing. A significant improvement of the quality of the steel has been made basically as a result of its composition and alloying optimization as well as inoculation with titan, rare-earth metals, vanadium, calcium and other substances.

#### *The Research Purpose.*

The development of a new technological process of making casting forms with hardened coating. Structure and qualitative analysis of highly manganous steel castings with carbonized coating. Optimization of a chemical composition of Hadfield steel with the purpose of reducing clinks.

#### *The Research Object.*

The object of purpose is highly manganous steel (110Г13Л)

### ***The Research Tasks:***

- development of the process of surface hardening by carbon surface saturation of steel for the details used in intensive abrasive percussion wear;
- optimization of the chemical composition of steel (110Г13Л) for reducing clinks;
- study of the influence of the indicated processes on the structure, mechanical and auxiliary characteristics;
- manufacturing application of the research results.

### ***The Research Methods:***

The structure analysis of the steel has been made with the help of optical microscopy. The chemical composition has been defined on up-to-date devices such as a carbon (AH-7529M) express-analyzer and a multichannel atomic emission spectrum (МАЭС) analyzer.

### ***The Scientific Novelty of the Research.***

- a casting form which enables to make castings with hardened coating by the method of carbonization has been developed;
- the hardness of the coating is twice as much as that of the mould;
- the coating depth is two or three mm bigger in contrast to the known technology;
- the casting surface is cleaner without core blows or blisters.

A decision on giving innovation patent for the invention №2010/0198.1 from 12.08.10 has been received.

### ***The Practical Value of the Research***

The research results have become the basis for further development and manufacturing application at “Vostokmashzavod” Corp.

- technologies of receiving castings with hardened coating;
- carbon, manganese, silicon limit in steel (110Г13Л), which has made it possible to reduce defects on clinks by 5.5% and get an annual economic effect in overall of 62 million tenges at the production of steel (110Г13Л) in volume of 8,000,000 tons per year.

### ***The Research Approbation.***

The research materials have been reported and discussed at the 10<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> Republic Scientific and Technical Conference for students, undergraduates, postgraduates and young researchers. (“Creativity of the Young for Innovation Development of Kazakhstan”, EKSTU, April 2010, 2011);

At the International Scientific and Technical Conference with elements of the school of science for young researchers. (“Innovation Techniques and Economy in Mechanical Engineering”, Tomsk Polytechnic Institute, Tomsk 2010, 2011)