

Эффекты применения СВМ-генератора в производстве металлов и полимеров.

В.Ф.Панов, А.Е.Бояршинов, А.В. Ключев, С.А.Курапов
Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
ООО «Сталь-59», г.Пермь, Россия

panov@psu.ru, svm-perm@mail.ru

Svm-perm.ru

1. СВМ-генератор (структурно-волновой магниторезонансный)

- Принцип действия СВМ-генератора, по мнению создателя СВМ-генератора Курапова С.А., основан на резонансном отклике обрабатываемого расплава, находящегося в метастабильном состоянии, на низкоэнергетическое воздействие нестационарного магнитного поля слабого электромагнитного излучения с определенным спектром, в результате которого в металле наблюдаются структурно-фазовые изменения.

С применением волновой обработки проведено более 200 производственных плавов общей массой около 9500 т объёмом от 60 т до 400 т и свыше 300 производственных и опытных плавов на малых объёмах (50 – 280 кг).

Исследования проводили на различных этапах технологического цикла: после заливки (пробники и приливные пробы), после термической обработки, на финале изготовления. Исследовали макро- и микро-структуру, механические свойства, проводили газовый анализ и ультразвуковой контроль.

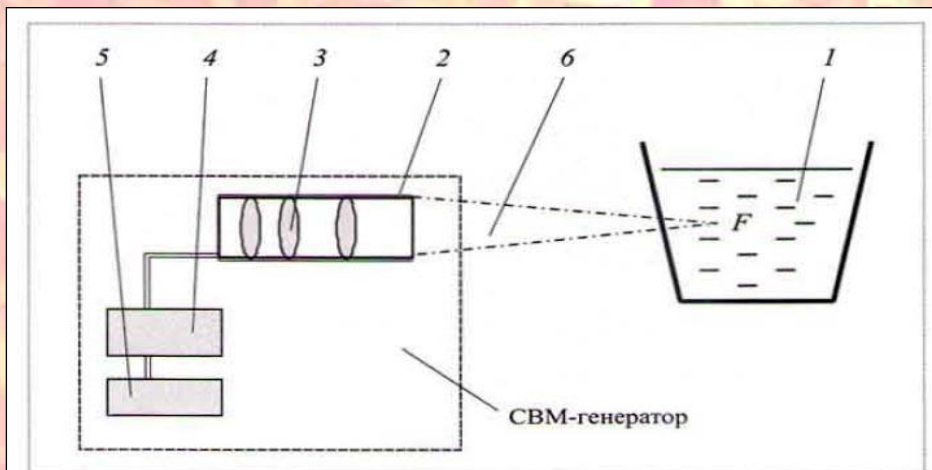


Рис. 1. Схема волновой обработки расплава:

1 — плавильная печь с металлом (ковш); 2 — направленный излучатель (волновой канал) СВМ-генератора; 3 — излучающий элемент; 4 — формирующий блок-модулятор с модификатором; 5 — блок питания; 6 — волновое излучение. Фокус F излучателя ориентирован внутрь объема расплава. Волновая обработка расплава проводится сквозь стенку металлургической печи

Обработка расплава по СВМ-технологии.

- Как было установлено, характер воздействия генератора на расплавы существенно зависит от материала вещества, помещаемого в резонансную камеру блока-модулятора, т.е. от вещества-модулятора, являющегося виртуальным, или пассивным, модификатором металла. В качестве модуляторов использовали традиционные для металлургии легирующие и модифицирующие материалы: никель, хром, магний, марганец, редкоземельные металлы и др. Модулятор служит фильтром, модулирующим спектр излучения генератора. Модификатор может использоваться в том числе для снижения необходимой концентрации традиционных легирующих и модифицирующих материалов (магний, марганец, редкоземельные металлы) без потери физических свойств конечного продукта.

Примеры режимов установки для обработки черных металлов:

«Антиферритный» режим. Низкоуглеродистые и среднеуглеродистые стали (содержание углерода $< 0,8\%$), в том числе легированные - использование комбинации стабилизирующих аустенит элементов: Mn – Ni – Cu - Nb Данный режим уменьшает количество феррита в литом металле, разрывает сплошную ферритную сетку, уничтожает грануляционную структуру, уменьшает или полностью уничтожает видманштетт.



Волновой излучатель СВМ-генератора устанавливали снаружи металлургической печи, рабочая зона генератора ориентировалась внутрь объема расплава.

Обработку расплава осуществляли сквозь стенку металлургической печи.

- **«Антикарбидный» режим.** Высокоуглеродистые стали и чугуны (содержание углерода $\geq 0,8\%$), в том числе легированные - использование комбинации повышающих растворимость углерода в железе элементов: Mg – Mn – (Y – La – Ne – Ce – Sm – Sc) Данный режим повышает растворимость углерода в аустените, уменьшает количество карбидов в литом металле и разрывает сплошную карбидную сетку. Он также придаёт округлую форму оставшимся карбидам.
- **«Бейнитный» режим.** Жаропрочные высоколегированные стали и сплавы. Данный режим понижает критическую скорость охлаждения стали, повышает прокаливаемость низко - и среднеуглеродистых сталей. Обработка расплава стали ведется двумя группами модификаторов. В первую половину времени плавки расплав обрабатывается по **«антиферритному» режиму**, с целью уменьшить количество феррита в литом металле. Во второй половине плавки используются модификаторы, состоящих из следующих хим. элементов: Cr - W - Mo - B – Co – (Ce - Y – Ne).

2. Результаты, полученные при изменении микро- и макроструктуры и улучшении механических свойств металлов и сплавов

- Сокращение времени термообработки сталей.
- Снижения литейного брака.
- Уменьшение зерна с 1-2 баллов до 5-7 баллов.
- Управления в определённых пределах химической активностью элементов стали для получения заданных свойств конечного продукта.
- Уменьшения карбидной неоднородности высокоуглеродистых сталей.
- Уменьшение полосчатости при прокате, вплоть до полного исчезновения.
- Увеличение пластичности сталей при сохранении прочности.
- Увеличение прочности при сохранении пластичности сталей.
- Увеличение ударной вязкости при -70°C до 100%.
- Уменьшение неметаллических включений от 2 до 5 раз.

- Получения низколегированной стали 40ХМА со свойствами высоколегированной стали 34ХН3М.
- Увеличение прочности чугуна СЧ25 до уровня СЧ40.
- Увеличение жаропрочности сталей.
- Увеличение разгаростойкости стали 25Х2М1Ф.
- Увеличение коррозионной стойкости стали SAF2205 в 3 раза.
- Увеличение длительной прочности авиационных лопаток из сплава ЖС6У на 82%.
- Увеличение предела прочности на растяжение силумина АК12 в 2 раза.
- Получение свойств технического (нелегированного) титана на уровне легированного при термообработке.
- Увеличение прочности сплава ЭП678 на 28% при термообработке.
- Увеличение выхода проката стали 09Г2С 15 категории качества (-70°С) с 0% до 67%.

3. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВМ-технологии

- - получать материалы с заданными свойствами;
- - существенно снизить потребность в дорогостоящих легирующих добавках для изготовления сталей и сплавов;
- - увеличить сроки живучести авиационных лопаток в 2-3 раза;
- - увеличить выпуск хладостойких конструкционных сталей для нужд строительства в северных широтах;
- - решить задачу возврата в строй запчастей, превысивших срок хранения, путем СВМ-обработки во время нагрева под закалку или нормализации.
- - снизить массу конструкций космических аппаратов, самолётов, кораблей, и увеличить их полезную нагрузку;
- - вернуть былое качество артиллерийских стволов и даже превысить его;
- - увеличить стойкость корпусов летательных аппаратов к воздействию температуры и радиации;
- - решить задачу уменьшения времени полимеризации пороховых зарядов в два раза;
- - решить задачу увеличения эффективного импульса и скорости детонации заряда;
- - решить задачу импортозамещения в производстве связующих для композитов, получая смолы российского производства с параметрами химической, тепло- и термостойкости равными или выше импортных аналогов, но дешевле по себестоимости.

4. Основные направления использования СВМ-технологии в металлургии

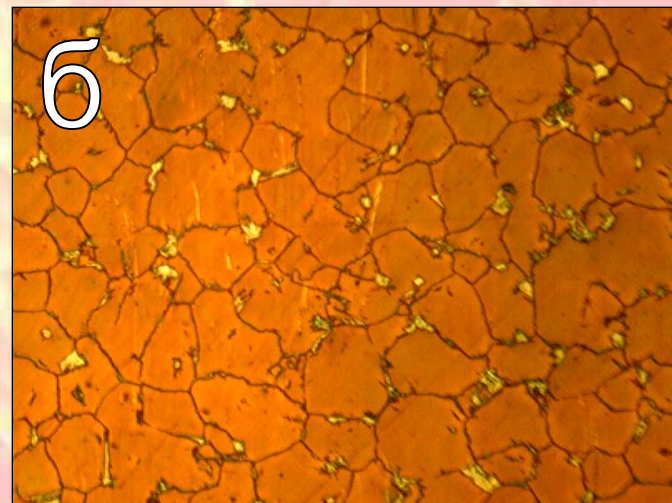
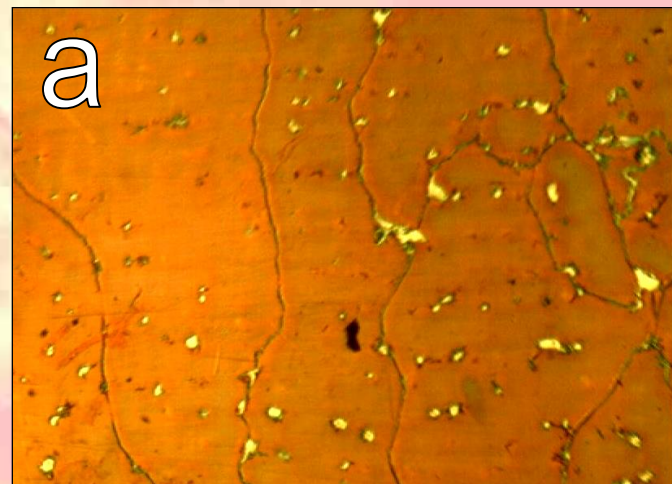
- 1. Повышение коррозионной стойкости сталей и сплавов**
- 2. Повышение качества жаропрочных сталей и сплавов**
- 3. Повышение хладостойкости сталей и сплавов (увеличение ударной вязкости при -70°C)**
- 4. Экономия дорогостоящих редкоземельных легирующих элементов**

5. Инновационность технологии.

- Впервые в металлургии на промышленном производстве используется генератор на электромагнитной основе для облучения расплава металла, находящегося в промышленных печах ЭШП, ДСП и даже в индукционных печах, причем изменение свойств металла получается по всей глубине расплава, а не только на поверхности.
- Впервые в металлургии получены результаты, когда модификаторы не кладутся в расплав, а передаются свойства модификаторов резонансным способом, с помощью частот ЯМР металлов, при этом свойства металлов получаются лучше, чем при традиционном способе.
- Абсолютно идентичные результаты были получены при термообработке металлов в процессе закалки, что значительно расширяет возможности использования СВМ-генераторов.

6. Примеры влияния волновой обработки на структуру и фазовый состав сталей и чугуна.

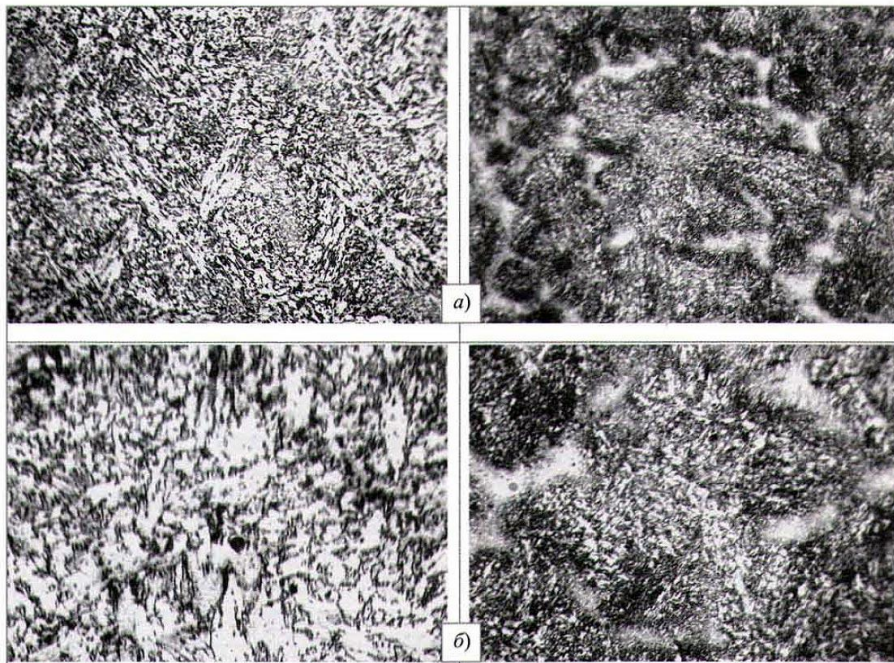
Характерным признаками СВМ-обработки стали является измельчение структуры (уменьшение величины зерна аустенита в среднем на 3–4 балла) и повышение ее однородности, в том числе равномерное распределение карбидов, что, как правило, ведет к повышению механических свойств минимум в 1,5 раза, а также к снижению анизотропии свойств. Результаты исследования позволяют утверждать о повышении пластических свойств стали при сохранении прочностных. У феррит - перлитных сталей наблюдаются изменения в фазовом составе в сторону увеличения количества перлита. Снижается химический градиент фаз, границы фаз становятся более размытыми. Наблюдается зависимость между измельчением микроструктуры и повышением механических свойств отливок (исключение составила сталь 110Г13Л), хотя отмечены и случаи повышения механических свойств после СВМ-обработки, без видимых изменений в структуре металла.



Микроструктура образцов стали 110Г13Л (x100)

а) – контрольный образец, аустенит, 0 – 1 балл

б) – после волновой обработки; наблюдается характерное измельчение размера зерна (4 – 5 балл), измельчение и более равномерное распределение карбидов

*I**II*

С помощью обработки СВМ – полем, у стали 35ХГСЛ удавалось довести уровень механических свойств до стали 10ХНЗМДЛ, цена которой более чем в 7 раз выше, чем сталь 35ХГСЛ. Что дало бы экономию более 50 000 р на тонну при замене 10ХНЗМДЛ на 35ХГСЛ.

У стали 10ХНЗМДЛ, обработанной с помощью СВМ – генератора, удалось повысить показатель ударной вязкости как при +20°C так и при -50°C, более чем на 50%, при сохранении тех же прочностных характеристиках.

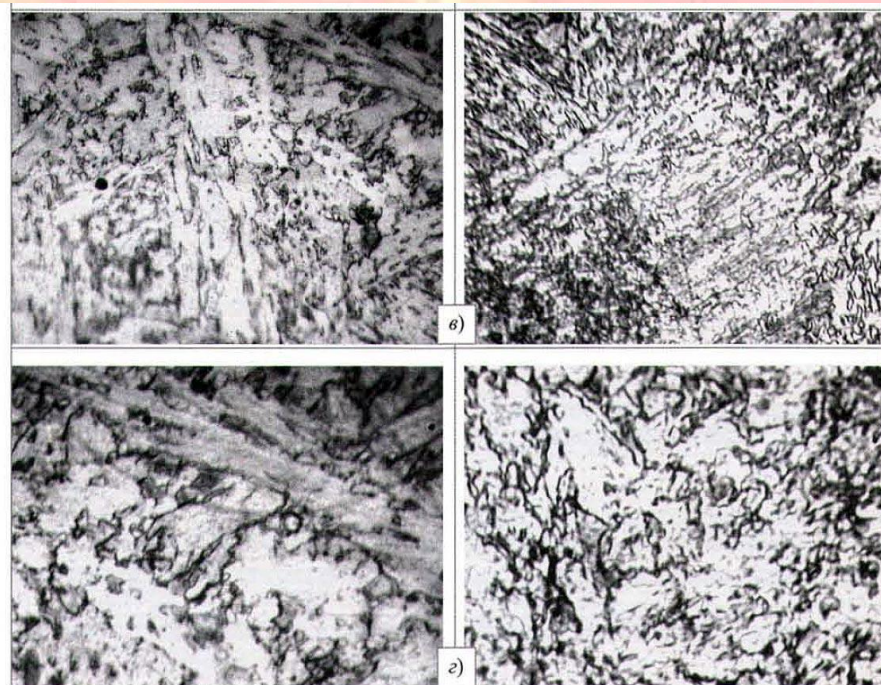


Рис. 5. Микроструктура образцов необработанной (I) и обработанной (II) стали 10ХНЗМДЛ при различном увеличении:

a — $\times 517$; *б* — $\times 1300$; *в* — $\times 2200$; *г* — $\times 4200$

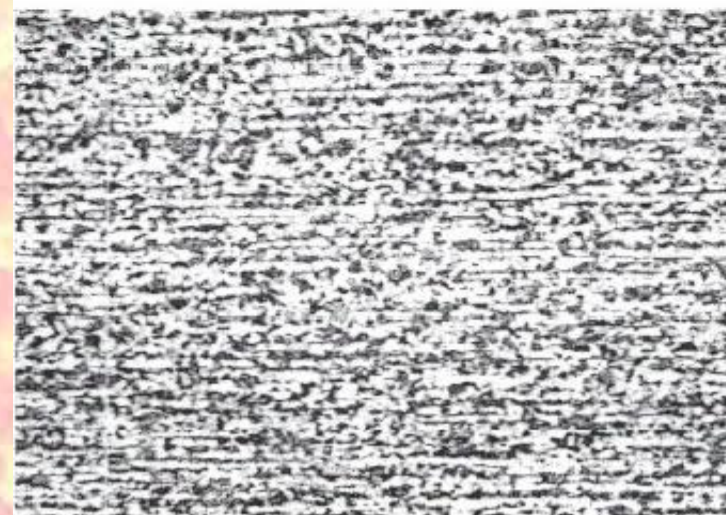
Микроструктура стали 20ХГНМ после
прокатки

Внизу без СВМ-обработки
(феррито-перлит явно
выраженная полосчатость)

Вверху после СВМ-обработки
(бейнит, отсутствие полосчатости)



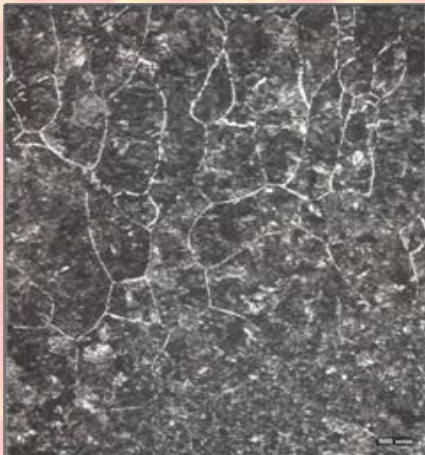
Образец с ОРП (бейнит) x125



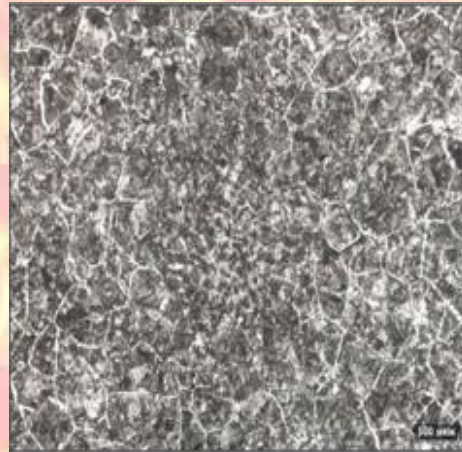
Образец без ОРП (феррито-перлит) x125

Сталь 40ХН

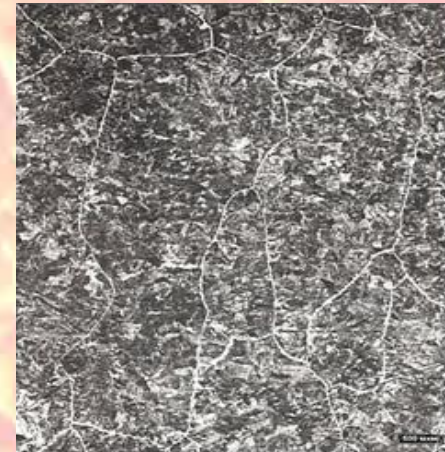
Размер зерна в зависимости от направления вращения поля



Без СВМ-обработки



После СВМ-обработки
Правое поле



После СВМ-обработки
Левое поле

7. Примеры изменения физических свойств металлов.

Материал	Параметр	Без СВМ	После СВМ
Сталь нелегированная	Точки AC1, AC3 на диаграмме Fe-C		Снижаются на 20-30 °C
Сталь легированная	Точки AC1, AC3 на диаграмме Fe-C		Снижаются на 30-50 °C
Сталь 40ХМА	Средний диаметр блока когерентного рассеяния, Å	998±96	580±18
Сталь 02Х22Н5АМЗ	Стойкость к коррозии, мм/год	10,69	3,95
Сплав АМгб	Электрическая проводимость, γ МСм/м	10,72	13,05
Полипропилен	Температура плавления	156 °C	146 °C
	ПТР (показатель текучести расплава)	0,97 г/10 мин	>10г/1 с
Отработанное масло	Кислотное число, мгКОН/г	1,88	0,77

8. Примеры изменения механических свойств металлов.

Материал	Параметр	Без СВМ	После СВМ
Сталь 110Г13Л	Величина зерна, балл	0-3	3 - 4
	Ударная вязкость, Кси, кДж/м ²	122	180
Сталь 10ХНЗМДЛ	Предел прочности, σ _{вр} , МПа	940	1040
	Относительное удлинение, δ, %	10	14
	Ударная вязкость, Кси, кДж/м ²	383	686
Сталь 35Л	Предел прочности, σ _{вр} , МПа	560	1010
	Относительное удлинение, δ, %	21	13
	Ударная вязкость, Кси, кДж/м ²	590	384
	Величина зерна, балл	3-7	7-9
Чугун СЧ25	Предел прочности, σ _{вр} , МПа	250	390
	Содержание неметаллических включений, %	0,0558	0,012
Сталь 20	Неметаллические включения, балл	3,5	1,5
Сталь 20ХГНМ	Неметаллические включения, балл	4,5	1,5
Сталь 02Х22Н5АМЗ	Неметаллические включения, балл	4,5	0,5

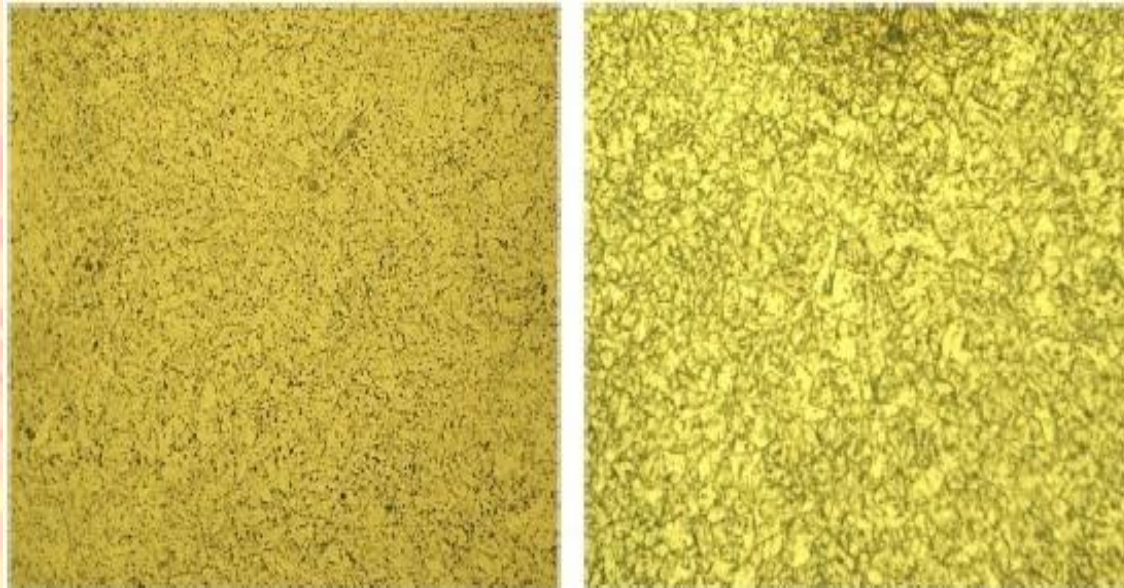
Материал	Параметр	Без СВМ	После СВМ
Сплав ЖС6У Авиационные лопатки Нагрузка 25 гс/мм ² T=975°C	Время выдержки под нагрузкой до разрушения, час	49,6 (42-55)	82,6 (51-131)
Силумин АК12(Fe)	Предел прочности, σвр, МПа	122	288
	Относительное удлинение, δ, %	3	3
	Твердость, HV	71.5	78
Сплав Д16	Предел прочности, σвр, кг/мм ²	8,1	12,9
Сталь 40ХЛ	Предел прочности, σвр, МПа	500	900
	Относительное удлинение, δ, %	12	18
	Ударная вязкость, Kcu +20°C, Дж/см ²	40	105
Сталь 09Г2С	Предел прочности, σвр, МПа	470	560
	Относительное удлинение, δ, %	21	32
	Ударная вязкость, Kcu +20°C, Дж/см ²	29	130
	Ударная вязкость, Kcu -70°C, Дж/см ²	29	120

Материал	Параметр	Без СВМ	После СВМ
Сталь 40ХМА	Предел прочности, σвр, МПа	740	880
	Относительное удлинение, δ, %	16	12
	Работа Удара, А -20°С, Дж	39	70
Сталь 17Г1С	Предел прочности, σвр, МПа	450	550
	Относительное удлинение, δ, %	17	29
	Ударная вязкость, Кси +20°С, Дж/см²	140	189
	Работа Удара, А -20°С, Дж	23	130
Сталь 9Х2МФ	Предел прочности, σвр, МПа	620	1033
	Относительное удлинение, δ, %	12	12
	Ударная вязкость, Кси +20°С, Дж/см²	8	36
	НВ	200	300
Сталь 25Х2М1Ф Дорны для изготовления труб	Количество прокатанных труб до забраковки, Тонн	1400 Забракованы по сетке разгара	3000 Забракованы по износу поверхности, Сетки разгара нет

Сталь 12X18H10T	Цель	Результат после СВМ-обработки
Крупное зерно, 1-2 балла	Надо получить балл >5	1 балл
Низкое временное сопротивление, 480 МПа	Надо получить >510 МПа	594 МПа
Отсутствие стойкости к МКК (Межкристаллитной коррозии)	Надо обеспечить прохождение теста на стойкость к МКК	МКК отсутствует
Примечание: несмотря на то, размеры зерна не удалось уменьшить на данном этапе, тем не менее Временное сопротивление удалось увеличить на 24%, а также обеспечить стойкость стали к МКК.		

9. Применение СВМ-генератора при термообработке металлов.

Сталь типа 10ХГНМ



Микроструктура стали типа 10ХГНМ при увеличении $\times 500$ до и после СВМ-обработки. Участки точечного вытравливания (питтинга) в структуре стали до СВМ-обработки указывают на преимущественное выделение вредных примесей по границам зерен. Примеси после СВМ-обработки распределены более однородно и были выявлены как по границам, так и внутри зерен. Средний размер зерна стали до (6,47 мкм) и после (6,42 мкм) СВМ-обработки существенно не изменился.

На полученных из этой стали деталях были измерены акустические свойства.

	Частота F1, Гц	Частота F2, Гц	Разночастотность, ΔF, Гц
Без СВМ-обработки	7097,72	7097,36	0,36
	7094,25	7093,97	0,28
	7097,54	7097,36	0,18
	7077,22	7076,48	0,74
	7088,75	7087,47	1,28
	7099,65	7099,65	0
	7084,45	7084,36	0,09
	7088,57	7088,11	0,46
	7089,76	7089,39	0,37
После СВМ-обработки	7042,79	7042,7	0,09
	7043,43	7043,34	0,09
	7035,83	7035,74	0,09

Титан BT1-0

Технический титан BT1-0, Ti - 99%	Предел прочности, σв, МПа	Предел текучести, σ0,2, МПа	Относит. удлинение, δ, %	Параметры CBM- обработки	Соответствие
BT1-0, справочные данные	375		30		
Образец T.003	406		31,6	без CBM- обработки	Титан BT1-0
T.013.01	355	305	51	без CBM- обработки	Титан BT1-0
T.013.02	350	300	49	без CBM- обработки	Титан BT1-0
T.004	780		14	Ce, Co, Nd, Ti, V, Y	Титан 3M
T.005.01	890	850	0,4	Al, Mo, Ni, Ta	
T.005.02	900	870	0,4	Al, Mo, Ni, Ta	
T.009.01	520	390	7	Al, Mo, Ni	
T.010.01	510	430	7	Al, Mo, Ni, Zr	
T.010.02	520	430	6	Al, Mo, Ni, Zr	
T.012.01	840	620	15	Al, Cu, Mo, Ni*	Титан BT5
T.012.02	850	640	13	Al, Cu, Mo, Ni*	Титан BT5
T.014.02	830	560	18	Al, Cu, Mo, Ni*	Титан BT5 + пласт. Титан OT4+
T.015.01	850	690	11	Al, Be, Cu, Mo, Ni*	Титан BT20 - прочн.
T.015.02	840	690	9	Al, Be, Cu, Mo, Ni*	Титан BT20 - прочн.

- Стандартные заготовки листового титана BT1-0 подверглись закалке по схеме: нагрев до 1000°C (некоторые 900°C), выдержка 20 мин., закалка в воду.
- Образцы T.004, T.005, T.009, T.010, T.012, T.014, T.015 во время выдержки при T=1000°C подверглись обработке СВМ-генератором с целью увеличения механических свойств с использованием различных модификаторов и частот ЯМР этих металлов.
- Образцы T.003, T.013 СВМ-обработке не подвергались и соответствуют марке BT1-0.

Получили:

- - Образец T.004 по своим механическим характеристикам стал соответствовать марке ЗМ;
- - Образец T.012 по своим механическим характеристикам стал соответствовать марке BT-5, но с улучшенной пластичностью на 30-50%;
- - Образец T.014 по своим механическим характеристикам стал соответствовать марке BT-5, но с улучшенной пластичностью на 80%, или марке OT4, но с улучшенной прочностью на 25%;
- - Образец T.015 по своим механическим характеристикам немного не дотянул до свойств марки BT20 на 10%.

Сплав ЭП-678

Номер образца	Предел прочности Бв, кгс/мм ²	Предел текучести Бт, кгс/мм ²	Относительн. удлинение δ, %	Относитель н. сужение, ψ, %	Закалка, °С	Старение, °С	
Контроль_1	126	121	14	65	950	520	Без СВМ
Контроль_2	122	118	14,5	67	950	520	Без СВМ
3	162	158	12	59	950	520	28,60%
4	161	158	12,5	58	950	520	27,80%
5	161	158	11,5	59	950	520	27,80%
6	162	158	12	58	950	520	28,60%

10. ПОЛИМЕРЫ

В течение 2017-2019 г.г. авторами были проведены:

- Эксперименты на полиэфирных смолах производства ОАО «Пермские полиэфиры», в результате которых было достигнуто увеличение физико-механических и физико-химических свойств на 7-25% по сравнению с российскими аналогами.
- Эксперименты по понижению температуры плавления полипропилена и повышению ПТР (показатель текучести расплава) полипропилена.

Результаты прилагаются.

8. Результаты влияния на полимерные вещества.

Результаты СВМ-обработки винил-эфирной смолы ВЭС-15 различными модификаторами с целью увеличения химической стойкости.

смола ВЭС15	без обработки	Обработка с модификаторами		
		фторопласт	кварц	золото
	уменьшение массы, %			
H2O вода	1,33	0,99	1,1	1,24
NaOH щёлочь	1,3	0,97	0,98	1,16
H2SO4 кислота	1,32	1,01	1,13	1,23
	относительное повышение химстойкости, %			
H2O вода		25,6	17,3	6,8
NaOH щёлочь		25,4	24,6	10,8
H2SO4 кислота		23,5	14,4	6,8
Пояснения.				

8. Результаты экспериментов по повышению ПТР полипропилена

№	№ образца	Условия проведения измерений	Результат измерений
1	П5 (контрольный)	T=154°C P=2.16 кг	ПТР=0,97 г/10 мин
2	П11 (после СВМ-обработки с модификатором)	T=150°C	У образца невозможно измерить ПТР. Образец при данной температуре имеет слишком низкую вязкость
3	П4 (после СВМ-обработки без модификатора)	T=152°C	У образца невозможно измерить ПТР. Образец при данной температуре является твёрдым телом.
		T=159°C	У образца невозможно измерить ПТР. Образец при данной температуре является твёрдым телом
		T=168°C	ПТР=5,4 г/10 мин

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Образец П11 при T=150°C находится в жидком состоянии, образец П4 при T=168°C имеет ПТР=5,4 г/10 мин, а образец П5 при T=154°C и P=2.16 кг имеет ПТР=0,97 г/10 мин

Исходя из результатов измерений можно сделать вывод, что контрольный образец П5 по ПТР существенно отличается от образцов П4 и П11. При этом образец П11 обладает самой высокой текучестью среди испытанных образцов.

При изготовлении образца П11 в качестве модификатора в генераторе СВМ использовалось вещество KOMPPLEN M PP 5X

Измерение Т плавления полипропилена

№	№ образца	Диапазон температуры плавления, °С	Средняя температура плавления единичного измерения, °С	Средняя температура плавления образца, °С
1	П5 (контрольный)	149-155	152	156,8
		152-168	160	
		155-162	158,5	
2	П11	145-147	146	146,4
		144-146	145	
		147-149	148	
		145-148	146,5	
3	П4	154-160	157	156,6
		154-156	155	
		153-157	155	
4	П7	152-157	154,5	154,5
		153-155	154	
		154-156	155	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Большие интервалы температуры плавления образцов свидетельствуют о неоднородности их состава.
2. Температура плавления образца П11 существенно ниже и составляет 146,4°С

11. Мы предлагаем ряд гипотез, объясняющих действие нашего генератора на расплавы металлов.

- Воздействие электромагнитного потенциала генератора может приводить квантовым образом к поляризации спинов атомов расплава, что сказывается на характере кристаллической решётки твёрдого металла. Изменения в кристаллической решетке могут быть связаны с рассеянием спин-поляризованных электронов в металле за счёт эффекта Ааронова-Бома [4], который обусловлен потенциалом электромагнитного поля нашего генератора. При этом меняется плотность вероятности распределения электронов в металле и квантовым образом меняется характер обменных сил, что в конечном итоге приводит к изменению образования структур дальнего порядка – зародышей кристаллизации. На это можно сказать, что эффект Ааронова-Бома – мал, но с другой стороны – нам не известны работы по расчёту этого эффекта в металлах, а также, возможно, мы имеем дело с модификацией этого эффекта.
- Особого обоснования требует объяснение дистанционного воздействия в металлургии. Виртуальный перенос «информационных свойств металла–модификатора» на расплав требует специального рассмотрения. Для простейших квантовых систем проявляют себя квантовая нелокальность и квантовая запутанность. Видимо, в экспериментах на расплавах металлов (сложных системах) проявляет себя многочастичная квантовая запутанность (МКЗ). При этом действие СВМ-генератора следует описывать в рамках квантовой механики с учётом нелокальности и МКЗ. Информационная передача свойств металла-модификатора квантовым образом передаётся на расплав металла с учётом квантовой нелокальности. Этот вопрос требует более глубокого рассмотрения.

- Губаревым Е.А. [2] сформулированы уравнения электродинамики ориентируемой точки, основанной на принципе реальной относительности. В рамках предложенной теории предсказаны квазистатические свободные электромагнитные поля, имеющие неиндукционный характер и не возбуждающие никакой электродвижущей силы в плоскости, перпендикулярной направлению распространения. Такие квазистатические поля должны иметь высокую проникающую способность в проводниках, так как по своей структуре они не производят никакой работы над свободными зарядами и, следовательно, не рассеиваются в проводниках. Квазистатические поля могут оказать влияние квантовым образом на эффект кристаллизации расплава металла. С этой стороны интересно исследовать СВМ-генераторы в отношении проявления таких полей.
- В развиваемой группой Ю.С.Владимирова реляционной физике [3] среди первичных понятий в принципе нет места для полей–переносчиков взаимодействий. Это соответствует концепции дальнодействия, альтернативной теории поля. Ю.С.Владимиров развил и углубил теорию прямого межчастичного взаимодействия на основе реляционной концепции пространства-времени с использованием унарных и бинарных систем отношений.

В рамках последовательного реляционного подхода в [3,4] делается следующий вывод: поскольку в реляционной парадигме нет самостоятельной категории «пространство-время», а вместо неё выступает совокупность отношений между материальными объектами (зарядами), а кроме того имеется «море» испущенного, но ещё не поглощённого электромагнитного излучения, то возникают веские основания выдвинуть идею, что испущенное, но не поглощённое электромагнитное излучение участвует в формировании самой идеи пространственно-временных отношений. Даже высказывается в [3] более сильное утверждение, что именно испущенное, но не поглощённое электромагнитное излучение ответственно за формирование классического пространства-времени.

В классической электродинамике электромагнитное поле сильно затухает в расплаве металла, а в бинарной геометрофизике Ю.С.Владимирова с учётом прямого межчастичного взаимодействия и «моря» испущенного, но ещё не поглощённого электромагнитного излучения, возможно, электромагнитное излучение СВМ-генератора может существенно влиять на электроны в расплаве металла и существенно влиять на процесс кристаллизации расплава металла. Этот вопрос требует специального рассмотрения. Кроме этого, целесообразно проанализировать наши технологические эксперименты на расплавах металлов и полимеров в рамках реляционно-статистического подхода развития квантовой теории [3] с учётом принципа Маха.

Литература.

1. Шипов Г.И. Теория физического вакуума: Теория, эксперименты и технологии. 2-е изд. - М.: Наука, 1996 г. – 450 с.
2. Губарев Е.А. Принципы реальной относительности. – М.: Фонд перспективных технологий и инноваций, 2020 г. – 336 с.
- 3. Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн.3: Реляционные основания искомой парадигмы. – М.: ЛЕНАНД, 2018 г. – 256 с
- 4. Владимиров Ю.С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Часть 2. Теория физических взаимодействий. – М.: Изд. МГУ, 1998 г. – 448 с.
- 5. Курапов С.А., Бояршинов А.Е., Ключев А.В., Кокарева Н.А., Панов В.Ф., Стрелков В.В. Структура и механические свойства металла после обработки расплава в нестационарном электромагнитном поле волнового излучателя. – Металловедение и термическая обработка металлов. №7 (649), 2009 г. – С. 3-9
- 6. Панов В.Ф., Курапов С.А., Бояршинов А.Е. Структура и механические свойства металла после обработки расплава электромагнитным излучателем.– Метафизика. Научный журнал. 2012 г, №2(4), стр.126-139.
- 7. Патент 2324575 РФ. Бояршинов А.Е., Ключев А.В., Кокарева Н.А., Курапов С.А., Панов В.Ф., Стрелков В.В. Способ обработки расплавленных материалов электромагнитными полями. Опубликовано 20.05.2008, Бюл. №14.
- 8. Патент 2336612 РФ. Бояршинов А.Е., Ключев А.В., Кокарева Н.А., Курапов С.А., Панов В.Ф., Стрелков В.В. Электромагнитная антенна. Опубликовано 20.10.2008, Бюл. №29.
- 9. Патент 2403126 РФ. Бояршинов А.Е., Ключев А.В., Кокарева Н.А., Курапов С.А., Панов В.Ф., Стрелков В.В. Способ обработки расплавленных сплавов электромагнитными полями и устройство для его осуществления. Опубликовано 10.11.2010, Бюл. №31.
- 10. Панов В.Ф., Ключев А.В., Курапов С.А., и др. Полевое глубинное воздействие на расплавы металла: Сб. статей по материалам Второй международной конференции «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». М.: ИМЕТ им. А.А.Байкова РАН, 2007. С. 144.
- 11. Ключев А.В., Курапов С.А., Панов В.Ф., Стрелков В.В., Кокарева Н.А., Бояршинов А.Е. Улучшение физико – механических свойств чёрных и цветных металлов при обработке расплава в нестационарном электромагнитном поле волнового излучателя. // Тезисы докладов. Шестой международный аэрокосмический конгресс. IAC`09. (23 – 27 августа 2009г., Москва, Россия)/ Стр.108.
- 12. S.A. Kurapov, V.F. Panov, A.E. Boyarshinov, A.V. Klyuev, V.V. Strelkov, N.A. Kokareva. Structure and mechanical properties of metal after treatment of melt in nonstationary electromagnetic field of a wave generator. Metal Science and Heat Treatment. Vol. 51, Nos. 7 – 8, 2009. 0026-0673/09/0708-0319 © 2009 Springer Science + Business Media, Inc.
- 13. Бучаченко А. Л. Ядерно-спиновая селективность химических реакций. «Успехи химии», 1995, т. 64, стр. 863
- 14. А. Л. Бучаченко, Ю. Н. Молин, Р.З.Сагдеев, К. М. Салихов, Е. Л. Франкевич, Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях, «Успехи физических наук», т.151, № 1, 1987 — сообщения с научной сессии Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики Академии наук СССР 25-26.06.1986.

Список предприятий, на которых проводились исследования

- **Металлургической отрасли:**
- **ОАО «Мотовилихинские заводы», г.Пермь**
- **ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ», г.Орск**
- **ОАО «Тулачермет», г.Тула**
- **ОАО «Северский трубный завод», г.Полевской**
- **ОАО «Уралмаш», г.Екатеринбург**
- **ОАО НЛМК, г.Липецк**
- **ПЗЦМ, г.Пермь**
- **Арселор-Миттал, г. Кривой Рог, Украина**
- **Металлургический завод г.Конья, Турция**
-
- **На предприятиях ВПК:**
- **ОАО «Пермские моторы», г.Пермь**
- **ПАО ПНППК, г.Пермь**
- **АО ПЗ «Машиностроитель», г.Пермь**
- **ФГУП «Салют», г.Москва**
- **ЦКБ им.Илюшина, г.Москва**
- **ООО «НовосибНИАТ», г.Новосибирск**
-
- **В научно-исследовательских учреждениях:**
- **ЦНИИКМ «Прометей», г.С.-Петербург**
- **ЦНИИТМАШ, г.Москва**
- **ВИЛС, г.Москва**
- **ВИАМ, г.Москва**
- **Физико-технический институт УрО РАН, г.Ижевск**
- **Научный центр порошкового материаловедения, г.Пермь**
- **Уральский Государственный Лесотехнический университет, г.Екатеринбург**
- **ОАО «Пермские полиэфиры», г.Пермь**

Авторы

Панов Вячеслав Федорович, Доктор физико-математических наук по теоретической физике, профессор ПГНИУ, преподаватель, член-корресподент Российской академии естествознания, член президиума Российского гравитационного общества.

panov@psu.ru, тел. +7 905 86 30 678

Бояршинов Андрей Евгеньевич, ООО «Сталь-59», Зам. директора

svm-perm@mail.ru, тел. +7 982 49 33 887