

НУРАЛИНОВА САГЫНДЫК ТОХЖИГИТОВНА

**Исследования по оптимизации технологического регламента вакуумного
горячего прессования бериллиевых порошков**

6N0709– Металлургия

Автореферат

диссертации на соискание академической степени
магистра технических наук

Республика Казахстан
г. Усть–Каменногорск, 2011

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском техническом университете им. Д. Серикбаева

Научный руководитель

Сырнев Б.В. НАЕН, д.т.н., профессор

Официальный оппонент

Самойлов В.И. к.т.н., ведущий научный сотрудник ЦНИЛ АО «УМЗ»

Защита состоится «24» июня 2011 г. в 9.00 часов на заседании диссертационного совета Восточно-Казахстанского технического университете им. Д. Серикбаева по адресу г.Усть-Каменогорск, ул. Д. Серикбаева, 19.

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

Автореферат разослан 25 мая 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

В.К. Манашева

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы. Бериллий - металл с уникальным комплексом физико-механических свойств, благодаря которому он находит применение в наукоемких отраслях производства: атомной технике, космических аппаратах, навигационных приборах, рентгеновской аппаратуре и др. Из него изготавливают отражатели нейтронов для транспортных и исследовательских атомных реакторов, облицовочные изделия авиакосмических летательных аппаратов, роторы гироскопов систем ориентации и наведения самолетов, ракет, судов, окна рентгеновских трубок и т.д. Кроме того, значительные объемы бериллия используются для производства лигатур, сплавов и керамики из оксида бериллия.

Требования к качеству промышленного бериллия различны в зависимости от области его дальнейшего применения: конструкционный бериллий производят из технического сорта, а реакторный бериллий – из дистиллированного или технического повышенной чистоты.

Исходные заготовки и полуфабрикаты из бериллия получают методами порошковой металлургии по различным технологиям. Наибольший объем производства бериллиевых заготовок осуществляется по технологии вакуумного горячего прессования порошков дисперсностью менее 56 мкм.

В результате экономических реформ 90-х годов прошлого века бериллиевое производство Казахстана претерпело существенные изменения: изменилась сырьевая база, усовершенствовались методы вскрытия концентратов, появились новые технологии получения бериллиевых сплавов, изменилась технология получения бериллиевых порошков, произведена передислокация печей вакуумного горячего прессования, переоснащена служба аттестации продукции и т.д.

Вся эта реорганизация не могла не отразиться на качестве выпускаемой продукции. На первом этапе оказалось, что горячепрессованная продукция из бериллия, получаемая по штатному технологическому регламенту, характеризовалась нестабильностью качества по механическим свойствам, в частности, до 20 % продукции имело прочностные свойства ниже требований технических условий. Переработка брака существенно повышала трудо-, энергозатраты и в целом – себестоимость продукции.

Актуальность проблемы. После восстановления и запуска бериллиевого производства в 2001-2004 годах качество готовой продукции в виде горячепрессованных бериллиевых заготовок оказалось ниже, чем было в «докризисное» время. Наблюдался пониженный уровень прочностных свойств ГП заготовок по сравнению с периодом производства - до 1991г., поэтому перед производством возникла задача по выявлению причин снижения качества готовой продукции после запуска передела горячего вакуумного прессования. Был определен поэтапный регламент анализа качества исходного сырья и технологических режимов формования.

Цель работы состояла в: изучении причин снижения качества бериллиевых заготовок и разработке рекомендаций по обеспечению качества заготовок до уровня, регламентированного действующими техническими условиями.

Научная новизна работы:

- установлены качественные и количественные зависимости прочностных свойств горячепрессованных заготовок от характеристик исходных порошков бериллия;

- разработана математическая модель для прогнозирования качества горячепрессованных заготовок и корректировки режимов горячего прессования;

- изучена зависимость параметров микроструктуры и наноструктуры горячепрессованного бериллия от содержания примеси кремния и алюминия.

Положения, выносимые на защиту:

- графические и аналитические зависимости прочностных свойств горячепрессованных заготовок от характеристик исходных порошков;

- математическая модель управление качеством горячепрессованных заготовок.

Практическая ценность работы.

- разработаны требования к исходным бериллиевым порошкам, обеспечивающие прочностные свойства горячепрессованных заготовок на уровне требования технических условий;

- обоснованы предложения по корректировке технического регламента горячего прессования;

- разработан математический алгоритм для определения оптимальных режимов горячего прессования.

Апробация практических результатов.

1. Материалы исследования обсуждены на Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 21-22 апреля 2011 г., «Исследования по повышению качества горячепрессованного бериллия»;

2. Результаты исследования выданы в виде рекомендации для промышленного использования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе. Металлургические процессы производства металлокерамического бериллия сопровождаются окислением металла. Это приводит к распределению частиц BeO в виде сетки вдоль первоначальных поверхностей частиц порошка. Кроме того, бериллиевый порошок в процессе производства загрязняется и другими примесями. Например, для облегчения процесса спекания при обычном горячем прессовании может специально вводиться кремний.

Реакции бериллия с металлическими примесями оказывают такое же воздействие на свойства металлокерамики, как и в случае литого бериллия. Кроме того, они влияют на размер и распределение частиц оксид бериллия. Вебстер показал, что в процессе горячего прессования или отжига частицы BeO скапливаются на границах в жидких фазах и размер их увеличивается. В таком виде выделения менее эффективно закрепляют границы.

Алюминий, кремний и магний практически нерастворимы в твердом бериллии. В результате этого они образуют в процессе затвердевания легкоплавкие фазы, расположенные по границам зерен. Находясь в таком состоянии, примеси приводят к повышенной красноломкости. Жидкие фазы наблюдаются даже при низких температурах (например, при 703К). Основным элементом, определяющим красноломкость бериллия, является алюминий. При помощи специальной термообработки его можно связать в тройное соединение AlMBe_4 , где М - любой переходной металл (в основном железо). К сожалению, подобные тройные соединения быстро распадаются при температурах выше 1173К. Примеси переходных металлов могут присутствовать в бериллии, как в виде тройных соединений, так и в виде соединений типа MBe . Соединение типа MBe , может быть использовано для упрочнения литого бериллия как при низких, так и при повышенных температурах. Такие соединения образуются при температурах ниже 1073К и быстро распадаются при температурах выше 1123К.

Исследованию природы хрупкости поликристаллического бериллия с изотропной структурой и возможностей повышения его пластичности посвящено большое количество работ. Еще в 1950 г. Кауфман и др. подробно исследовали особенности деформации и разрушения металла, однако установить причины его хрупкости им не удалось. Хотя авторы решили, что перспективы существенного улучшения пластичности бериллия малы, ими высказано предположение о возможности повышения пластичности этого металла при уменьшении размера зерен.

Прочность бериллия прямо связана с размером его зерна. Для блока она зависит от первичного размера частиц используемого порошка.

Альтернативным средством уменьшения размеров зерна слитка бериллия является превращение его в порошок механическим путем, при этом каждая частица покрывается тонким слоем оксида бериллия в следствие высокого химического сродства металла к кислороду даже при комнатной температуре. Уплотнение порошка и последующая термообработка в процессе или после изготовления изделия обеспечивают получение металла с мелкозернистой структурой, стабильной при высоких температурах из-за наличия включений BeO.

Распределение частиц BeO также влияет на температуру рекристаллизации. Обычно в горячепрессованном металле каждое зерно представляет собой исходную частицу металла, окруженную частицами BeO, образовавшимися в результате окисления при переработке металла. Такие частицы BeO вначале имеют размеры до 40 нм, но затем в процессе уплотнения порошка растут в зависимости от чистоты металла и температуры горячего прессования. Частицы BeO, расположенные на поверхности зерен, предотвращают движение границ и стабилизируют структуру.

Рост зерна имеют большое значение при оптимизации механических свойств различных металлов и сплавов, в том числе и бериллия, недостатки которого связаны с обычными процессами, управляющими свойствами: образованием твердых растворов, дисперсионным упрочнением, закалкой нестабильных высокотемпературных фаз. Возврат, рекристаллизация и рост зерна - факторы, которые влияют на свойства не только металла, полученного с применением деформационной обработки, но и всей бериллиевой продукции.

Горячее прессование при высоких температурах вызывает увеличение плотности.

Применение вакуума не только защищает порошок от окисления при высокотемпературном горячем прессовании, но и снижает необходимое давление прессования. Это известно для случая, когда при остаточном давлении 50 мм рт. ст. давление прессования составляет менее 7 кг/см². Однако, для достижения полной плотности требуются давления 105—140 кг/см². При горячем прессовании в вакууме необходимое давление прессования падает с уменьшением величины частиц, в то время как при холодном прессовании наблюдается обратное явление.

Продолжительность воздействия давления при прессовании весьма мала по сравнению с общим временем, затрачиваемым на процесс прессования. Это значит, что большая часть общего рабочего времени, затрачиваемого при горячем прессовании порошка, расходуется на нагрев пресс-формы и порошка, а не на выдержку под давлением.

Таким образом, в литературе достаточно подробно описаны качественные зависимости прочностных свойств от размеров зерен и примесей. При этом отсутствует количественные связи характеристик сортов и режимов горячего прессования на прочностные свойства ГП заготовок.

Поэтому задачи исследования состояли: а) статистические исследования влияние характеристик исходных порошков на прочностные свойства бериллиевых заготовок; б) изучение влияние режимов горячего прессования на качества горячепрессованных бериллиевых заготовок; в) разработка технологических предложении по повышению технико-экономических показателей производства горячепрессованных бериллиевых заготовок.

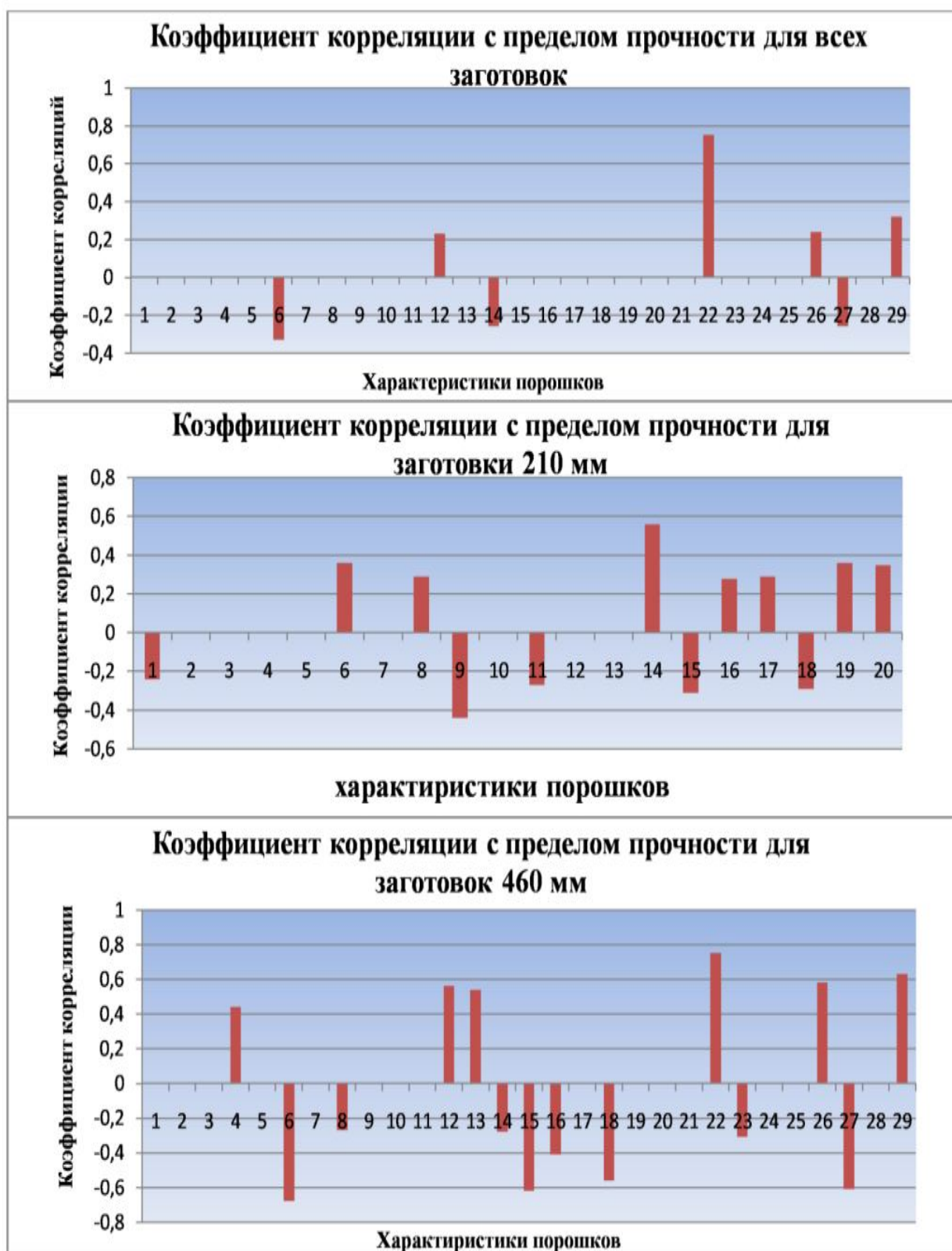
Во второй главе. Была собрана производственная статистика по механическим свойствам горячепрессованных заготовки определены средние значения механических свойств. По выяснению причин снижения качества готовой продукции после запуска передела горячего вакуумного прессования был определен поэтапный регламент анализа качества исходного сырья (порошков ПТБ-56) и технологических режимов формования.

На 1 этапе для выявления факторов, влияющих на качество ГП заготовок, был проведен корреляционный анализ. Первоначально были рассчитаны коэффициенты корреляции между пределом прочности и содержанием примесей (таблица 1).

Таблица 1 - Средние значения содержания примесей (в числителе) в порошках бериллия (%) и коэффициент корреляционной связи с пределом прочности ГП – заготовок (в знаменателе)

Год	Si	Mn	Fe	Mg	Ni	Al	O	Cr	Ti
1991	0.015	0.013	0.14	0.013	0.021	0.028	0.78	0.045	0.022
	-0.38	0.1	-0.11	-0.23	-0.05	0.002	0.7	-0.16	0.22
2004	0.022		0.14		0.023	0.022	0.69	0.022	
	-0.45		-0.07		-0.42	-0.67	-0.17	0.04	
2005	0.017	0.012	0.14	0.013	0.018	0.02	0.8	0.027	0.011
	-0.45	-0.45	0.21		-0.29	-0.24	-0.13	0.32	
2006, 1кв	0.024	0.014	0.127	0.012	0.016	0.021	0.73	0.026	0.015
	-0.09	0.02	-0.1	-0.06	0.16	-0.34	0.05	0.06	0.013
2006, 2кв	0.02	0.01	0.14	0.015	0.02	0.02	0.8	0.03	0.015
	-0.1	-0.2	-0.2	0.26	0.05	-0.4	0.1	0.4	0.4

Для изучения влияния гранулометрического состава были также рассчитаны коэффициенты корреляции и построены диаграммы (рисунок 1). Для построения диаграмм были учтены только значимые коэффициенты корреляции (отброшены незначимые), значения которых по абсолютной величине больше критической величины 0.32.



Характеристики порошков: 1-Si, 2-Mn, 3-Fe, 4-Mg, 5-Ni, 6-Al, 7-O, 8-Cr, 9-Ti, 10-уд.пов., 11-фр.<5мкм, 12-фр.5-10мкм, 13-фр.10-20мкм, 14-фр.20-30мкм, 15-фр.30-40мкм, 16-фр.40-60мкм, 17-фр.>60мкм, 18-ср.р.ч., 22-пред. текучести, 23-сод. Al+Si, 24-O/Al+Si, 26-фр.<20мкм, 27-фр.>20мкм, 28-уд.пов./Al+Si, 29- уд.пов./Al.

Рисунок 1 - Корреляционная связь предела прочности с характеристиками исходного порошка. Статистика за 2006 год

Анализ диаграммы показал, что в процессе производства в 2006 году воспроизводилось влияние нескольких факторов: отрицательное влияние оказывали факторы – 6 (содержание алюминия), 15 (содержание фракции 30-40 мкм), 18 (средний размер частиц), 27 (содержание фракции более 20 мкм). Положительное влияние оказывали факторы 12, 13 (содержание мелких фракций 5-20 мкм), 29 (отношение удельной поверхности к содержанию алюминия).

Обращает на себя тот факт, что сила статистической связи существенно меняется не только год от года, но и для заготовок разного диаметра. Влияние характеристик порошков на качество изменчиво и зависит от типоразмера заготовки.

Таким образом, влияние дисперсности порошков на прочностные свойства бериллиевых заготовок может отслеживаться по содержанию фракции «<20 мкм» или «>20 мкм» (рисунок 2).

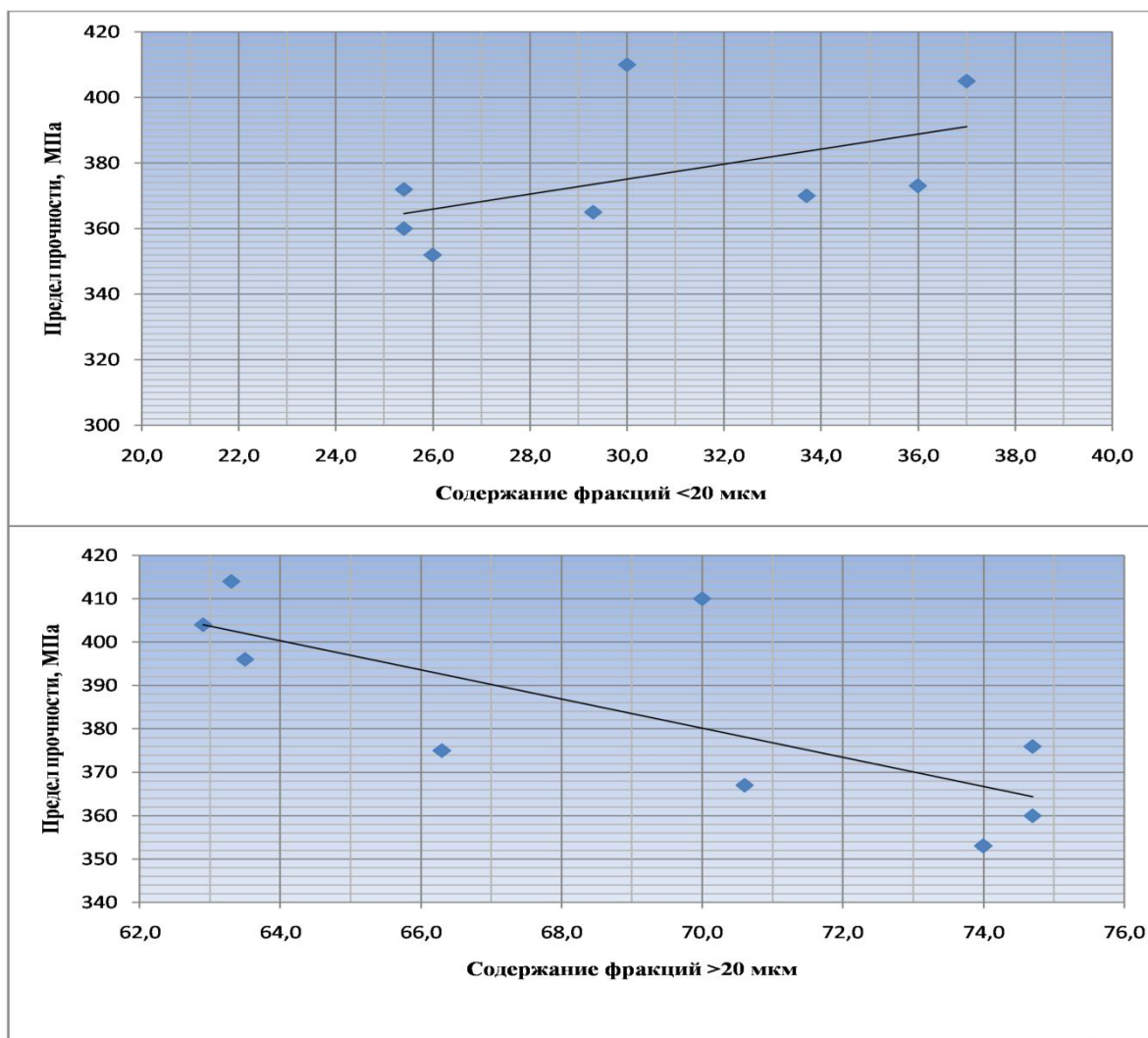


Рисунок 2 - Зависимость предела прочности в поперечном направлении ГП заготовок диаметром 460мм от содержания фракции <20мкм и >20мкм в порошке

На 2 этапе был проведен регрессионный анализ связи механических свойств горячепрессованного бериллия с характеристиками дисперсности порошков.

По технологии ХИП-ГП отпрессовали в вакууме при двух температурах 1050 и 1100°C заготовки. Были вырезаны и испытаны образцы на растяжение. По результатам построены зависимости предела прочности и пластичности от содержания фракции менее 20мкм (рисунок 3–4).

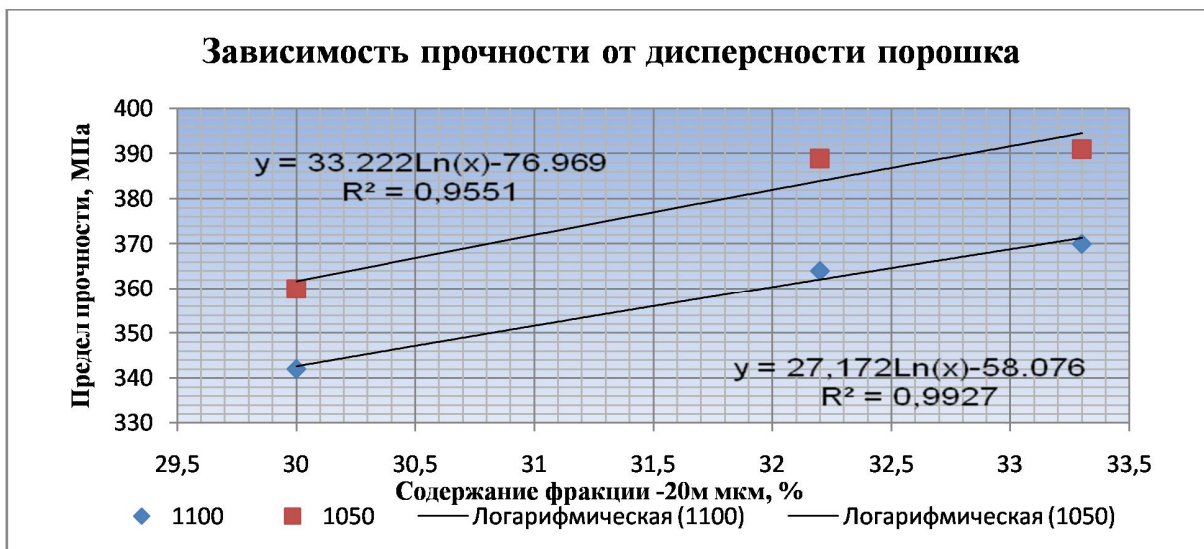


Рисунок 3 - Зависимость предела прочности в поперечном направлении ГП заготовок от показателя дисперсности «<20мкм» после прессования при различных температурах 1050 и 1100°C

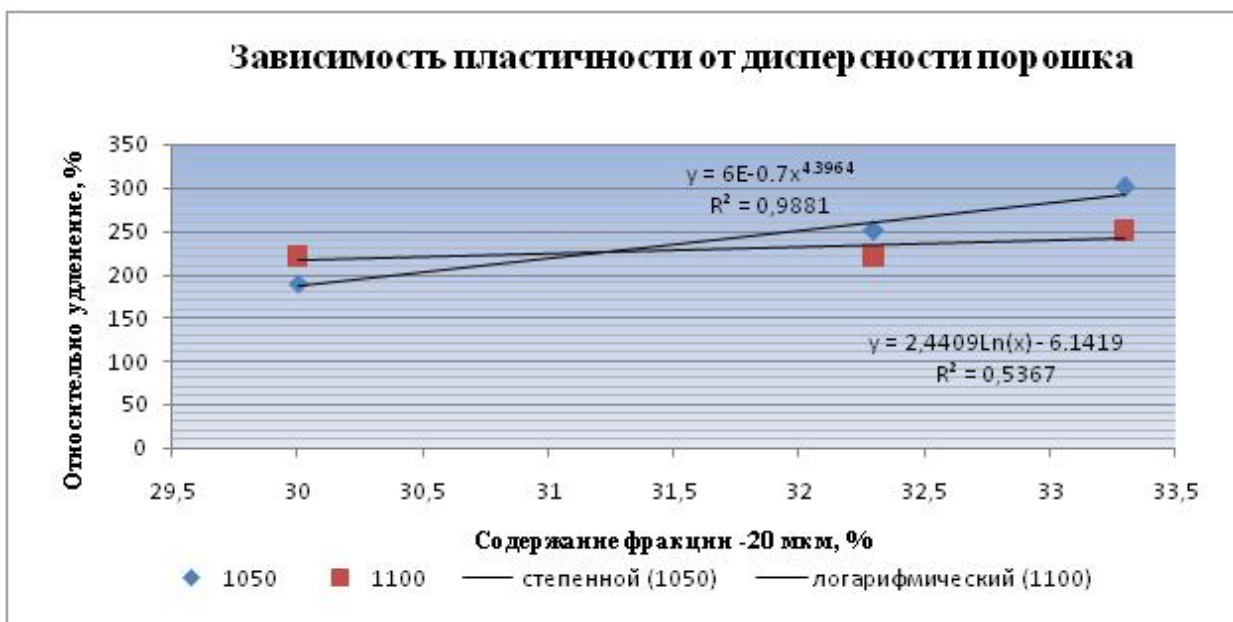


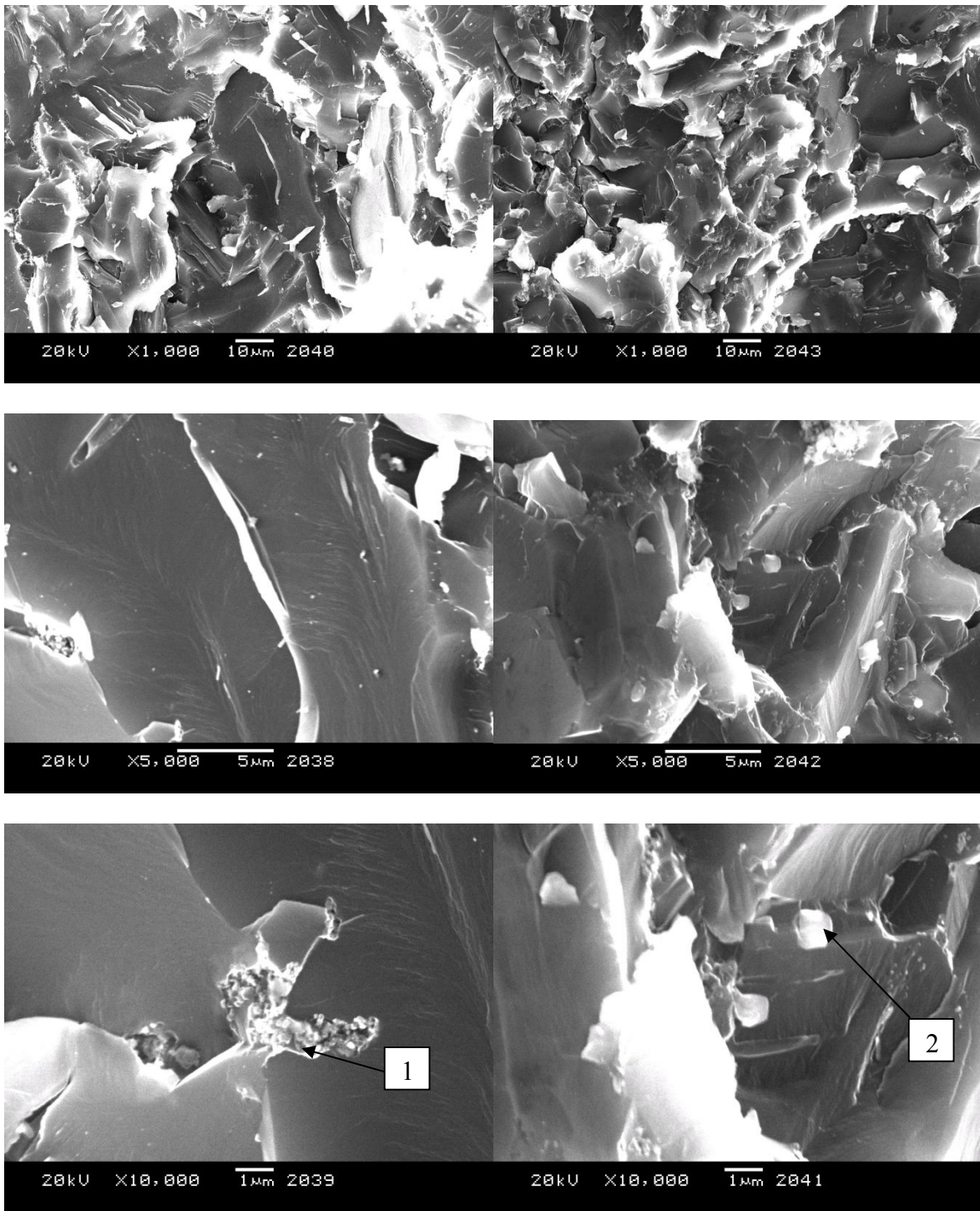
Рисунок 4 - Зависимость пластичности в поперечном направлении ГП заготовок от показателя дисперсности «<20мкм» после прессования при различных температурах 1050 и 1100°C

Анализ результатов показывает, что зависимость прочностных свойств (предел прочности) от показателя дисперсности исходных порошков имеет высокий коэффициент достоверности аппроксимации 0,55-0,99. И что важно, пластические свойства (относительное удлинение) также улучшается поперечном направлении (коэффициент 0,54-0,99), и не ухудшается – в продольном направлении (коэффициент 0,54-0,96). Для получения предела прочности более 350 МПа (требования технических условия) необходимо иметь исходных порошков содержание фракции «<20мкм» более 31%. Этот вывод хорошо согласуется со статистическими данными. На этот уровень дисперсности было выведено производства бериллиевых порошков ПТБ 56 в 2006 году. Кроме того, показано, что определенный резерв заключен в правильном подборе температуры горячего прессования, для изученной партии порошка: снижение температуры на 50⁰С т.е. с 1100 до 1050⁰С привело к росту прочностных свойств на 20МПа.

На 3 этапе для изучения механизма влияния примесей кремния, алюминия на прочностные свойства поликристаллического бериллия были проведены исследования поверхностей разрушения образцов (изломов). Для сравнительных фрактографических исследований характера разрушения образцы были отобраны заготовки с различными прочностными свойствами: № 0503070 (Si=0.023%, Al=0.022%, $\sigma_B=30\text{кг/мм}^2$ или $\sigma_B=315\text{МПа}$) и №0504099 (Si=0.012%, Al=0.027%, $\sigma_B=41\text{ кг/мм}^2$ или $\sigma_B = 415\text{МПа}$).

Анализ результатов показал, что в зоне излома образца заготовки 0503070 имеются крупные зерна, около 60 мкм и скопления мелких зерен и вторичных фаз (т.1) размером 4-5 мкм. В изломе образца заготовки 0504099 излом более равномерный, мелкозернистый, а на поверхности разрушения имеются вторичные фазы (2) размером около 1 мкм.

Элементный состав вторичных фаз в изученных заготовках позволяет идентифицировать их как состоящие, в основном, из оксида бериллия (основная доля – кислород: 55-75%, притом, что элемент бериллия не определяется), но отличается тем, что во вторичных фазах заготовки 0503070 помимо Si и Fe присутствует Al. Видимо, вследствие указанных различий температурно-временных режимов прессования заготовки 0503070 создались благоприятные условия для связывания Si, Fe, Al в соединение типа FeAl(Si)Be₄, которое в свою очередь повлияло на морфологию (форму, размер, структуру, место формирования вторичной фазы оксида бериллия).



а)

б)

Рисунок 5 - Микрофрактография изломов горячепрессованного бериллия с содержанием кремния 0.023%, $\sigma_B = 315 \text{ МПа}$ (а) и 0.012 %, $\sigma_B = 410 \text{ МПа}$ (б)

На 4 этапе была образована промышленная статистика с целью определения математической модели управления качеством ГП заготовок.

Анализ полученных результатов показал, что одной из причин более низких значений прочности посткризисной продукции является изменение структуры промышленного производства горячепрессованного бериллия. Если в 1991 году выпускались преимущественно заготовки диаметром 380мм с соотношением Н/Д менее 2.0, то в настоящее время прессуются заготовки широкого диапазона типоразмеров с соотношением Н/Д до 3.2. Для стабилизации качества ГП продукции по механическим свойствам (предел прочности на уровне 38кг/мм^2), а значит для исключения затрат на допрессовку «брак с первого предъявления», представляется целесообразным ограничить параметр «отношение высоты к диаметру заготовок на уровне 2.0».

Увеличение соотношения высоты к диаметру ХИП – заготовок с 1.4-2.0 до 2.4-3.2, приводящегося к увеличению времени прессования, обуславливает снижение предела прочности и увеличение брака с 6 до 12 % (при содержании Si менее 0.02 %). При повышенном значении содержания кремния (более 0.02 %) прочность практически не зависит от соотношения Н/Д, а брак ГП – заготовок составляет 30-40 %.

С использованием методов статистики были разработаны несколько математических моделей, прогнозирующих прочностные свойства горячепрессованного бериллия:

$$y_3(x_5) = 59,21 - 95,3(\text{Si}) - 239,6(\text{Al}) - 62,09(\text{сумма}) - 0,08(\text{дср.взв.}) - 0,01(\text{Т. пр})$$

$$y_3 = 922,7 + 109,51(\text{Si}) - 0,84(\text{Fe}) - 323,75(\text{Ni}) - 149,3(\text{Al}) - 4,7(\text{O}) - 96,02(\text{Cr}) + 3,28(\text{у.пв.}) + 8,66(<5 \text{ мкм}) + 9,25(5-10 \text{ мкм}) + 6,58(10-20 \text{ мкм}) + 5,26(20-30 \text{ мкм}) + 3,2(30-40 \text{ мкм}) - 0,81(40-60 \text{ мкм}) + 19,59(\text{дср.взв.}) - 0,004(\text{Т. пр})$$

$$y_3(04-05) = 168,31 - 30,3(\text{Si}) + 1,58(\text{Fe}) - 176,64(\text{Ni}) + 29,96(\text{Al}) - 7,63(\text{O}) - 26,71(\text{Cr}) + 4,72(\text{у.пв.}) - 2,53(<5 \text{ мкм}) - 0,31(5-10 \text{ мкм}) - 1,23(10-20 \text{ мкм}) - 0,6(20-30 \text{ мкм}) - 0,22(30-40 \text{ мкм}) - 0,8(40-60 \text{ мкм}) - 1,72(\text{дср.взв.}) + 0,002(\text{Т. пр})$$

где Si, Fe, Ni, Al, O, Cr – процентное содержание примесей;

<5 мкм, 5-10 мкм, 10-20 мкм, 20-30 мкм, 30-40 мкм, 40-60 мкм - процентное содержание фракцией;

у.пв. – удельное поверхностность;

Т. пр. – температура прессования.

В результате регрессионного поиска математической модели для прогноза свойств и определения температуры горячего прессования, проведена сравнительная оценка эффективности различных уровней регрессии. Наибольшую сходимость результатов с фактическими демонстрирует модель Y3 (04-05), полученная обработка совместно массивов за 2004 и 2005 годы (рисунок 6).



Рисунок 6 – Фактические и прогнозируемые значения прочности

Достаточно высокая сходимость прогнозируемой по уравнению Y3 (04-05) и фактической прочности дает основание рекомендовать его для испытания и определения температуры прессования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Изучено влияние характеристик исходных порошков на прочностные свойства горячепрессованных заготовок из бериллия.

1.1 Установлено, что для получения предела прочности регламентированного технологическими условиями (более 350МПа) необходимо использовать порошки определенной дисперсности (содержание фракции < 20 мкм, должно быть >31%).

1.2 Показано, что значительный вклад в формирование микроструктуры и наноструктуры, а так же механических свойств горячепрессованного бериллия вносят примеси кремния и алюминия. При увеличении содержания кремния с 0,012% до 0,023% происходит увеличение размера зерна в 1,5 раза и оксидных упрочняющих частиц на границах зерен в 4 – 5 раз. В соответствии с известными теориями упрочнения указанные изменения микроструктуры сопровождаются уменьшением предела прочности с 400 – 430МПа до 340 – 360МПа.

2 Изучено влияние технологического регламента вакуумного горячего прессования на прочностные свойства горячепрессованного бериллия.

2.1 Установлено, что важным фактором является давление прессования. Более стабильное качество имеют заготовки, отпрессованные при давлении 4МПа (диаметр 300мм) по сравнению с заготовками диаметром 210 – 460мм формируемых при давлении 2,5МПа.

2.2 Показано, что при увеличении высоты прессуемых заготовок (соотношение высоты к диаметру >2) происходит увеличение времени прессования и снижение прочностных свойств на 5 – 15%.

2.3 Разработана математическая модель для расчета оптимальной температуры горячего прессования, для прогнозирования предела прочности горячепрессованного бериллия.

3. Разработанные технические предложения рекомендованы для внедрения.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения. Использование результатов исследований позволило повысить качество горячепрессованных заготовок, практически исключило брак по механическим свойствам.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Данные, полученные в результате лабораторных исследований рекомендованы для внедрения.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Установлены закономерности по влиянию различных факторов на качество горячепрессованных заготовок из бериллия.

Нуралинова Сағындық Тохжігітовна
Берилл ұнтақтарын вакуумдық ыстықтай қысудың технологиялық
регламентін оңтайландыру бойынша зерттеу

Мамандық 6N0709 – Металлургия

АННОТАЦИЯ

Мәселенің өзектілігі: 2001-2004 жж. берилл өнімдерін қалпына келтіріп, өндіріске жібергенен кейін оның ыстықтай қысылған дайындамасының сапасы «тоқырау кезеңіне» қарағанда төмен болып шықты. 1991 ж. дейінгі өндіріс кезеңімен салыстырғанда ыстықтай қысылған дайындаманың беріктік қасиетінің төмен деңгейі байқалды, сондықтан өндіріс алдында ыстық вакуумдық қысу шегінде өндіріске шығарудан кейінгі дайын өнімнің сапасының төмендеу себептерін анықтау міндеті пайда болды. Шығарылатын өнім сапасы талдауы мен қалыптастырудың технологиялық тәртібінің кезеңдік регламенті анықталды.

Зерттеу нысаны: Шығарылатын ұнтақ және ыстықтай қысылған берилл дайындамасының сапасы зерттеу нысаны болып табылады.

Жұмыс мақсаты: Берилл дайындамасы сапасының төмендеу себептерін зерттеу және жұмыс істеп тұрған техникалық жағдайда белгіленген деңгейге дейін дайындама сапасын қамтамасыз ету бойынша ұсыныс әзірлеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- бастапқы берилл ұнтағының сипатына байланысты ыстықтай қысылған дайындаманың беріктік қасиетінің сапалық және сандық тәуелділігі белгіленді;

- ыстықтай қысылған дайындаманың сапасын болжау және ыстықтай қысу тәртібін түзету үшін математикалық модель әзірленді;

- ыстықтай қысылған берилдің микроқұрылымы мен нанокұрылымы параметрінің кремний мен алюминий қоспасының құрамынан тәуелділігі зерттелді.

Жұмыстың іс-тәжірибелік құндылығы:

- талап етілген техникалық жағдай деңгейінде ыстықтай қысу дайындамасының беріктік қасиетін қамтамасыз ететін бастапқы берилл ұнтағына қойылатын талаптар әзірленді;

- ыстықтай қысу техникалық тәртібін түзету бойынша ұсыныстар негізделді;

- ыстықтай қысудың оңтайлы режимін анықтаудың математикалық алгоритмі әзірленді.

Казакстан Республикасы
Өскемен қ., 2011

Nuralinova Sagyndyk Tokhzhigitovna
Investigations on optimization of beryllic powder high vacuum hot-pressing
process procedure
6N0709 – Metallurgy

ABSTRACT

Actuality: After reconstruction and starting beryllic plant in 2001-2004 the quality of the final product in the form of hot-pressed beryllic blanks was found lower than it was in subcrisis time. Lowered level of hot-pressed beryllic blanks strength properties in comparison with the period till 1991 was observed, that is why the plant faced the problem to find out the causes of reduction in the quality of final product after starting hot vacuum moulding processing. Stage-by-stage procedure of original stock quality research and of processing methods formation was determined.

Subject of research: The subjects of the research are initial beryllium powder and hot-pressed beryllic blanks.

The aim of the paper: Studying the causes of reduction in the quality of beryllic blanks and working out the recommendation on blanks quality maintenance to the level restricted by current specifications.

Scientific relevance:

- qualitative and quantitative characteristics of hot-pressed blanks strength properties from characteristics of beryllium initial powders were determined;
- mathematical models for hot-pressed blanks quality forecasting and correcting hot-pressing processes were worked out;
- dependence of hot-pressed beryllium microstructure and nanostructure parameters from silicium and aluminium ballast content were analyzed.

Practical value of the paper:

- demands to initial beryllic powders providing hot-pressed blank strength properties on the level of specification requirements were worked out;
- proposals on hot-pressing technical regulations correcting were reasoned;
- mathematically based algorithm with the aim of determining hot-pressing optimum conditions was elaborated.

Kazakhstan Republic
Ust-Kamenogorsk, 2011