

Докладчик:  
Ашиток Сергей Владимирович

## Тема доклада:

*Промысловые приборы россыпных месторождений  
с применением оборудования повышенного  
извлечения и шлихообогащительная установка  
обработки концентратов промысловых приборов*

## Введение

Крупность золота 0,1 мм является предельной для накопления в аллювиальных россыпях. Большая часть золота размером 0,01-0,1 мм уносится течением, рассеивается по речной долине и выносится в океан, а 0,1-1,0 мм преимущественно остается «О крупности природного золота» Золотодобыча №102 Б.К.Кавчик к.г.-м. н. — ОАО «Иргиредмет»

Шлюз используется в добыче драгоценных металлов давно. Наиболее полное описание средневековых **горно-обогатительных** работ дал немецкий ученый 16 века **Агрикола (Георг Бауер)**. В 12 разделах (книгах) он обобщил опыт **горных** работ. Фактически он создал первую **горную** энциклопедию, которая многократно затем переиздавалась. Именно здесь был описан первый **шлюзовой** прибор, называемый **вашгерд**.

С развитием техники и промышленности этот прибор преобразовывался и, в настоящее время, используется повсеместно под названием **ПГО-50** или **ПГШ-50**.

В конце 50-х годов XX века по инициативе Д.Н. Шевцова на прииске «Широкий» специально для условий бульдозерной разработки россыпей Северо-Востока был разработан и внедрен новый тип промывочного оборудования – гидроэлеваторный прибор. Это название получили промывочные приборы, у которых пески поднимаются на обогатительное устройство посредством гидроэлеватора (водоструйного землесоса) и промываются на разном шлюзе глубокого наполнения. Благодаря своей простоте и безопасности гидроэлеваторные приборы быстро завоевали популярность и стали внедряться в производство.

Гидроэлеваторные приборы являются самодостаточными с конструктивной точки зрения механизмами и занимают свою нишу в области применения промывочных приборов. Основной недостаток гидроэлеваторных приборов – **повышенные потери мелкого золота.**

Хочу акцентировать Ваше внимание: **шлюзовые агрегаты устанавливаются под углом превышающем 6-7°**, что приводит к сбросу металла более крупных фракций. Причиной этого является опечатка в руководстве по эксплуатации 1259г РЭ «Прибор гидроэлеваторный шлюзовой» МЦМ СССР Объединение «Северовостокзолото» 1974 г. «Угол наклона шлюза выбирается в пределах 9-11%».

Во многих артелях специалиста по технологии обогащения нет. Это приводит к тому, что ШГН смело, устанавливаются под углом 9° и прогоняют большие объёмы песков, чтобы выполнить показатели по объемам промывки.

При исследовании ситовки съёмки металла мною выявлено, что при угле наклона ШГН 9° фракция -0,5 мм сносится полностью с «колоды», и ШМН не помогают уловить эту фракцию, т.к. до них она не доходит из-за конструкции гидрогрохота.

В процессе практических исследований мною установлено:

**Угол наклона ШГН для прибора ПГШ-50 должен быть 6°±1°. При этом на ШГН подается фракция -60мм.**

# Руководстве по эксплуатации 1259г РЭ «Прибор гидроэлеваторный шлюзовой» МЦМ СССР Объединение «Северовостокзолото» 1974 г.

**МЦМ СССР**  
**ОБЪЕДИНЕНИЕ „СЕВЕРОВОСТОКЗОЛОТО“**

УДК \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Главный инженер Совхозного  
производственного объединения  
„Северовостокзолото“  
*Б.Б. Драгомирецкий*  
25 августа 1974 г.

ПРИБОР ГИДРОЭЛЕВАТОРНЫЙ ШЛЮЗОВОЙ  
П Г Ш  
Руководство по эксплуатации  
1259Г РЭ

Изм. № докум.	Подпись и дата	Изм. № дубл.	Подпись и дата
Изм. № подл.	Подпись и дата	Изм. № дубл.	Подпись и дата

**„СОГЛАСОВАНО“**  
Начальник производственного  
управления СВЗ  
*В.А. Липко*  
"23" августа 1974 г.  
Начальник технического  
управления СВЗ  
*Д.И. Антипанов*  
"13" августа 1974 г.  
Начальник охраны труда и  
техники безопасности СВЗ  
*Р.С. Пиллюгин*  
"10" августа 1974 г.

**„РАЗРАБОТАНО“**  
Директор ВНИИ-1  
*В.И. Емельянов*  
"19" июля 1974 г.  
Начальник ЦКБ ВНИИ-1  
*И.С. Зусманович*  
"16" июля 1974 г.  
Руководитель бригады ЦКБ  
*П.И. Чурин*  
"24" июля 1974 г.

1974

Форма 2а ГОСТ2.104-68 (50ЦК6)

При этом:

а) прибор должен быть установлен так, чтобы обеспечить полный объем выкладки эфелей и гали без применения каких-либо землеройно-транспортных машин, т.е. за счет использования рельефа местности, ее уклонов;

б) направление выкладки эфелей должно быть в сторону уклона долины;

в) гидроэлеваторную установку следует устанавливать в местах, где возможно или ожидается скопление сточных вод; в этом случае гидроэлеватор способствует относительному осушению полигона за счет перекачки сточных вод через прибор;

г) место установки гидроэлеватора должно определяться преимущественно оптимальной длиной откатки бульдозера;

д) для обеспечения наименьшей высоты подъема песков землеройно-транспортной машиной классификационная решетка загрузочного бункера должна быть установлена на уровне или несколько ниже уровня плотика;

е) гидроэлеваторный шлюз устанавливается на подготовленный отвал. Угол наклона шлюза выбирается в пределах 9-11 % в зависимости от гранулометрического состава песков;

ж) с обеих сторон шлюза прибор должен быть оборудован трапами и лестницей по месту (рис. 9);

з) опорный кронштейн (рис. 6, поз. 5) гидромонитора прикрепляют к деревянному брусу или легким полозьям, изготовленным по месту при монтаже прибора и закрепляют на стволе гидромонитора водило (8).

7.3. До установки загрузочного бункера (рис. 2, поз. 2) следует подать на гидроэлеватор воду от насосной, чтобы проверить плотность фланцевых соединений гидроэлеватора.

7.4. Электрическая часть монтируется по чертежу электрооборудования прибора, проверяется надежность заземления.

Изм. № докум.	Подпись и дата	Изм. № дубл.	Подпись и дата
Изм. № подл.	Подпись и дата	Изм. № дубл.	Подпись и дата

1259Г РЭ

Лист  
20

Копировал \_\_\_\_\_

Формат 11

925-10.000

Потери золота при сокращении на обогатительных аппаратах различных типов ([Золотодобыча](#), №111, Февраль, 2008 «Расчет потерь золота с эфелями промывочных приборов по данным ситовых анализов»).

Таблица 1. Потери золота, рассчитанные по методике Иргиредмета.

Фракция, мм	4-8	2-4	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0,125-0,25	-0,125
<b>1. Шлюз глубокого наполнения (12м)</b>	2	5	10	26	33	63	99
<b>2. Шлюз мелкого наполнения</b>	0	0	3	10	25	52	96
<b>3. Отсадочные машины</b>	0	0		3	11	24	50
<b>4. Центробежный концентратор*</b>	0	0	0	0,5	1	3	6

В процессе обработки россыпных месторождений шлюзовыми приборами в эфельных отвалах остается мелкое золото в основном фракция -0,5 мм.

Создание технологий обеспечивающих извлечение мелкого золота, дает не только возможность прироста дополнительных запасов в виде **техногенных россыпей**, но и позволит более качественно обрабатывать существующие месторождения.

**Качество извлечения металла на различных промывочных приборах, используемых на россыпных месторождениях, было установлено в 2000 г. в рамках ПОСТАНОВЛЕНИЯ главы администрации Хабаровского края № 180 от 30.05.2000 “Об Основных направлениях вовлечения в эксплуатацию техногенных образований россыпного золота”.**

Мероприятия модернизации ПГШ по уменьшению потерь мелкого золота осуществлялись по следующим направлениям:

- 1. использование шлюзов мелкого наполнения;**
- 2. использование отсадочных машин;**
- 3. использование центробежных концентраторов.**

## **Первое направление – усовершенствование шлюзовых приборов.**

В конце 70-х начале 80-х годов начались работы по модернизации основного применяемого золотодобытчиками Хабаровского края обогатительного промывочного прибора ПГШ-П-50 за счет внедрения двух стадийной схемы обогащения песков. Его модернизация была обусловлена следующими причинами:

- стандартная длина шлюзов ПГШ-П-50 составляет 25 метров, что приводит к длительным простоям при перестановках и сполоске;
- разубоживание богатого концентрата (около 85-90 % извлекаемого золота осаждается на первых 3 ковриках) пустой породой (последующие метры шлюза содержат бедный концентрат и пустую породу после 8-10 м).

**При модернизации был использован принцип выделения из основного потока пульпы фракции 5-10 мм за счет гидрогрохочения и обогащения ее на шлюзах мелкого наполнения.**



В Хабаровском крае первый прибор на основе этого принципа был изготовлен по чертежам Иргиредмета на Колчанском прииске объединения "Приморзолото" в конце 60-х годов. По данным Иргиредмета и результатам опробования эфельных хвостов промывки прииском общее извлечение повысилось на 15%. Прибор показал хорошие результаты и проработал более двадцати лет.

Усовершенствованный промывочный прибор ПГШ-П-50 был построен в 1994 году в артели старателей "Охотск" на участке "Озерный". Дополнительное извлечение золота составило около 40 %. После этого в течение 2-х лет все промывочные приборы артели старателей "Охотск" были модернизированы по этой схеме. С этого времени началась модернизация таких приборов по всем золотодобывающим предприятиям края. Даже при самых неудачных и неправильных конструктивных решениях при модернизации менее 2 % дополнительного извлечения не было.

В 1995 году на участке Соболином (АО старателей "ДВ ресурсы" сотрудниками ООО ЭЙПРИЛ-2 был модернизирован промприбор ПГО-50. На основной шлюз глубокого наполнения после 10 м его длины был установлен гидрогрохот, подгрохотный продукт которого подавался на 4-ре шлюза мелкого наполнения, расположенным продольно относительно шлюза глубокого наполнения.



Модернизация ПГО-50, участок Соболиный 1995 г.

В 1996 году на этом же участке аналогично были модернизированы 3 прибора типа ПГО-50, после 10 м на шлюзе глубокого наполнения установлен гидрогрохот, подгрохотный продукт которого направлен на шлюзы мелкого наполнения, расположенных поперек относительно шлюза глубокого наполнения (участок Соболиный 1996 г.).



Одновременно для обработки шлюзовых концентратов была изготовлена шлихообогатительная установка с использованием отсадочной машины МОД-0,2 и концентрационного стола СКО-3,5 (участок Соболиный 1996 г.).



Также для плавки шлиховых концентратов была использована установка “Термо-0,6-01м”. Процесс плавки в индукционной печи.



## Второе направление - отсадочные машины.

Большими возможностями по извлечению мелкого золота обладают технологии с использованием отсадочных машин. Отдельные фрагменты этой технологии были использованы в промприборах на участке "Куян" артели "Хабаровская", где дополнительное извлечение за счет отсадки составило 40 %, и при освоении месторождения платины Кондер.

В полном объеме отсадочная технология была реализована на драге № 10 Нижнеамурского ГОКа. В технологии обогащения песков на этой драге было реализовано все лучшее, чем обладал Советский Союз при обогащении песков, и были реализованы все мысли и разработки Иргиредмета - ведущего института по обогащению россыпей. Технология обогащения этой драги была осуществлена по следующим основным этапам:

1. Резку глинистых песков высоконапорными струями (до 180 атм.).
2. Грохочение в бочке по классу 20 мм.
3. Дезинтеграция глинистых песков менее 20 мм в центробежных дезинтеграторах.
4. Основная отсадка дезинтегрированных песков с высоким выходом подрешетного концентрата (~ 30 % от исходного).
5. Вторичная отсадка подрешетного концентрата основной отсадки.

## Причины неудачного опыта драги № 10:

1. Очень высокие энергетические затраты, поэтому уже на стадии монтажа из схемы были исключены землесосы ЗГМ-2М для перекачки эфельных хвостов драги и высоконапорные насосы для резки глинистых песков.
2. Недостаточная геологическая изученность месторождения, что практически в 2-3 раза снизило производительность установленного обогатительного оборудования по пескам и привело к потерям золота в сростках с кварцем и амальгамой.
3. Низкое качество отечественных песковых насосов для транспортировки продуктов обогащения.
4. Отсутствие системы водоподготовки оборотной воды, что приводило к постоянной закупорке пульповодов и завалу песками отсадочных машин.
5. Не была решена проблема извлечения золота из конечных концентратов.
6. Отсутствие авторского надзора Иргиредмета за пуском и наладкой установленного оборудования.
7. Отсутствие материальной и моральной заинтересованности ИТР и персонала драги.

**В начале 90-х годов ООО “Эйприл-2” и ассоциация “Хабаровскзолото” разработали чертежи конструкции для извлечения мелкого золота из **целиковых месторождений** по **отсадочной** технологии на базе **промприбора ПГО-50** для артели “Охотск”. Хвосты шлюза **грохотились обезвоживались** и направлялись на вторую стадию **обогащения** по **отсадочной** технологии.**





Производительность **прибора** составила 35...40 м<sup>3</sup>/час. Извлечение золота этим **прибором** на одном из **техногенных месторождений** составило 90% от общего количества золота, а на другом – 60%. Практически все золото, извлеченное этим **прибором** во второй стадии обогащения находилось в классе –0,25 мм.



Фрагмент обогатительного комплекса

## **На этот прибор оформлен патент**

Пат. № 2119388, 05.05.1997 Прибор гидроэлеваторный обогатительный.

С работой такого прибора можно ознакомиться в видеоролике:

<https://youtu.be/-xcrxZfNmfQ>

Аналогичный прибор был построен для переработки хвостов промывки участка “Соболиный” в ЗАО “Дальневосточные ресурсы”.

## **Третье направление - центробежные сепараторы.**

Начиная с 80х годов в России и за рубежом ведутся интенсивные работы по созданию аппаратов на основе действия центробежных сил. Это центробежные сепараторы Тульского машиностроительного завода, Орокон, Кнельсон, Бол, Фальконе.

Центробежные концентраторы имеют жесткие требования по следующим параметрам:

1. Крупность загружаемого материала не более 6 мм для концентраторов типа Оракон, 1,5-2 мм для концентраторов типа Кнельсон.
2. Создание строго определенного соотношения твердого к жидкому в питании аппарата.
3. Строго индивидуальная регулировка подачи питания и подпорной воды.
4. Подача исключительно чистой воды (без механических примесей).
5. Наличие технологии и оборудования для конечной переработки полученного концентрата.

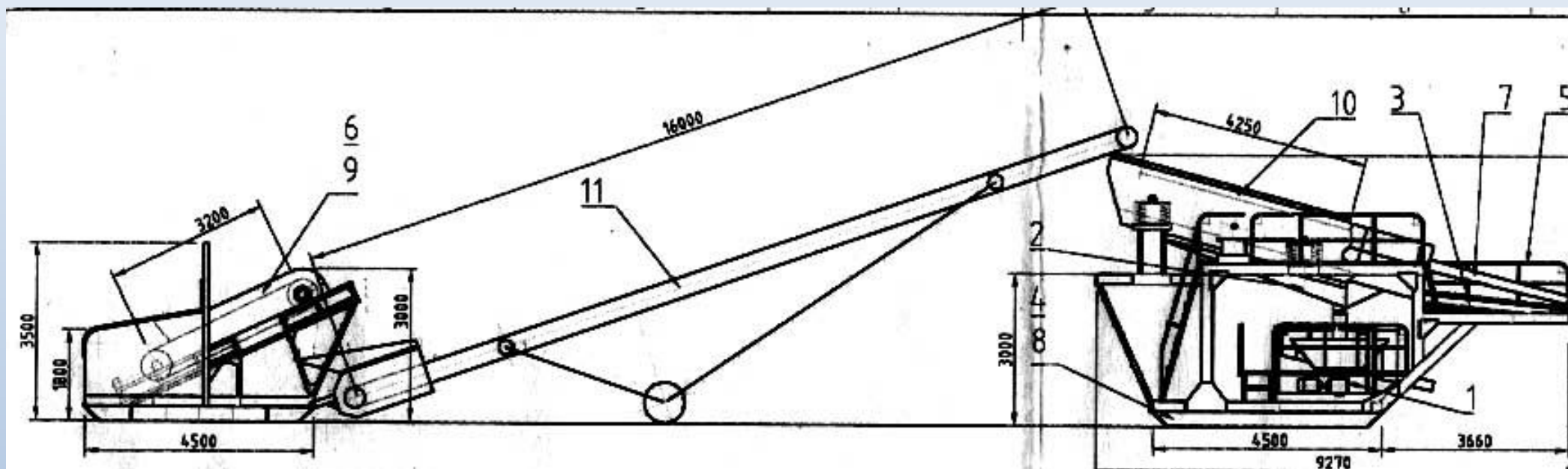
Наиболее сложным в данной технологии является подготовка питания агрегата (п. 1 и п.2), которая и определяет производительность и эффективность всей установки. Не менее важным является и переработка концентрата (п.5), так как при его доводке можно упустить золото и значительно снизить эффективность работы всей установки.

Наиболее успешный опыт по применению центробежных аппаратов имеет артель старателей "Заря". В 1998 году на предприятии построен и запущен в эксплуатацию прибор с использованием центробежного концентратора "Орокона" на разведке техногенной россыпи "Павловский". Основная масса извлеченного золота находится в классе  $-0,1$  мм. Среднее содержание в техногенной россыпи порядка  $300-350$  мг/м<sup>3</sup> при исходном содержании в целиковой россыпи  $980$  мг/м<sup>3</sup>. На основе промывочной установки артели "Заря" была разработана документация и изготовлена установка с конвейерной подачей песков, с более надежным приводом "Орокона" и доводочным сепаратором для переработки концентрата "Орокона". Установка была смонтирована на техногенных отвалах участка Верхняя Уда ОАО "Чэатын". Была достигнута производительность более  $60$  м<sup>3</sup>/час по исходным пескам. После "Орокона" в концентрат было извлечено практически все золото, содержащееся в песках. Полученный концентрат содержал золота  $2,5$  кг/т, но из-за отсутствия технологии переработки этого концентрата (п.5) практически все золото было упущено. При обогащении песков по отсадочной и особенно центробежной технологиям получают концентраты, содержащие золотины в несколько микрон и золото в сростках, которые не удалось извлечь на имеющемся оборудовании. На предприятиях края применялись в основном концентрационные столы и концентраторы "Кнелсона" малого диаметра, концентрат которых тоже требует специальной доводки.

Установка на техногенных отвалах участка Верхняя Уда ОАО "Чэатын".  
производительность более 60 м<sup>3</sup>/час по исходным пескам.



# Общий вид обогатительного комплекса



Для исследования работы центробежных концентраторов в ОАО ЗКС «Приморье» на участке «Амуркан» был разработан и построен прибор «КИТ-30»



Результаты работы агрегатов прибора в ОАО ЗКС «Приморье» на участке «Амуркан».

	Извлечение, %	Потери, %
Потери с галей		22,0
Потери с хвостами гидрогрохочения		15,5
Шлюз	50,8	
Концентратор 12" «Hy-G HR»	7,2	
	Извлечение от исходного, %	
Концентратор 5" «Hy-G Super Bowl»	96,3	1,9

Неудачный опыт применения концентраторов, также был спровоцирован отсутствием грамотного специалиста по их эксплуатации.

Анализ уловленных фракций золота концентраторами не производился.



Задачи, поставленные Администрацией Хабаровского края в постановление от 30 мая 2000 г. N 180 «Об основных направлениях вовлечения в эксплуатацию техногенных образований россыпного золота» были решены в период 2013-2015 г. в ООО АС Заря.

На основании патента (Пат. № 2119388, 05.05.1997 Прибор гидроэлеваторный обогатительный) Ашитком С.В. разработана технология и чертежи, с помощью которых на предприятии был построен прибор ПГЩЦ-50 и ШОУ. В 2013 году испытания проводились на месторождении (с относительно крупным золотом) в период с сентября по октябрь 2013 год. Прибор отработал 6 дней по 20 часов.

Ситовый состав добытого золота:

Фракция, мм	+3	1-3	0,5-1	0,125-0,5	-0,125
%	9,8	30,3	29,6	19,1	1,3
в т.ч. извлечено центробежной технологией					
%	0,7	3,0	4,6	21,6	63,9

За указанный период добыто 5725,7 г золота, в т.ч. 646,9 г извлечено центробежной технологией, что составило 8 % от всего добытого металла.

# Прибор гидроэлеваторный шлюзовой с центробежным концентратом ЦК-1700



В 2015 году его ввели в эксплуатацию. Прибор проработал на месторождении с мелким золотом (фракция минус 1,0 мм составляет более 90 %). Прибор работал с 19.05.2015 г. по 10.10.2015 г., всего отработано 98 смен. Добыто 74 070,2 г шлихового золота. В том числе с 19.05.2015 г. по 31.05.2015 прибор работал на эфелях 2008 года. Добыто 5277,8 г (наибольшая съемка составила 958,7 г). С 10.06.2015 г. по 16.06.2015 г. перемывались хвосты ЗПП, добыто 1514,8 г.

#### Ситовый состав золота.

Фракция,мм	+3	1-3	0,5-1	0,25-0,5	0,125-0,25	0,063-0,125	-0,063	Итого
Уловлено, г	7,6	384,2	2 334,9	3 594,1	2 521,6	411,0	6,0	9 279,4*
%	0,3	4,1	25,2	38,7	27,2	4,4	0,1	100,0

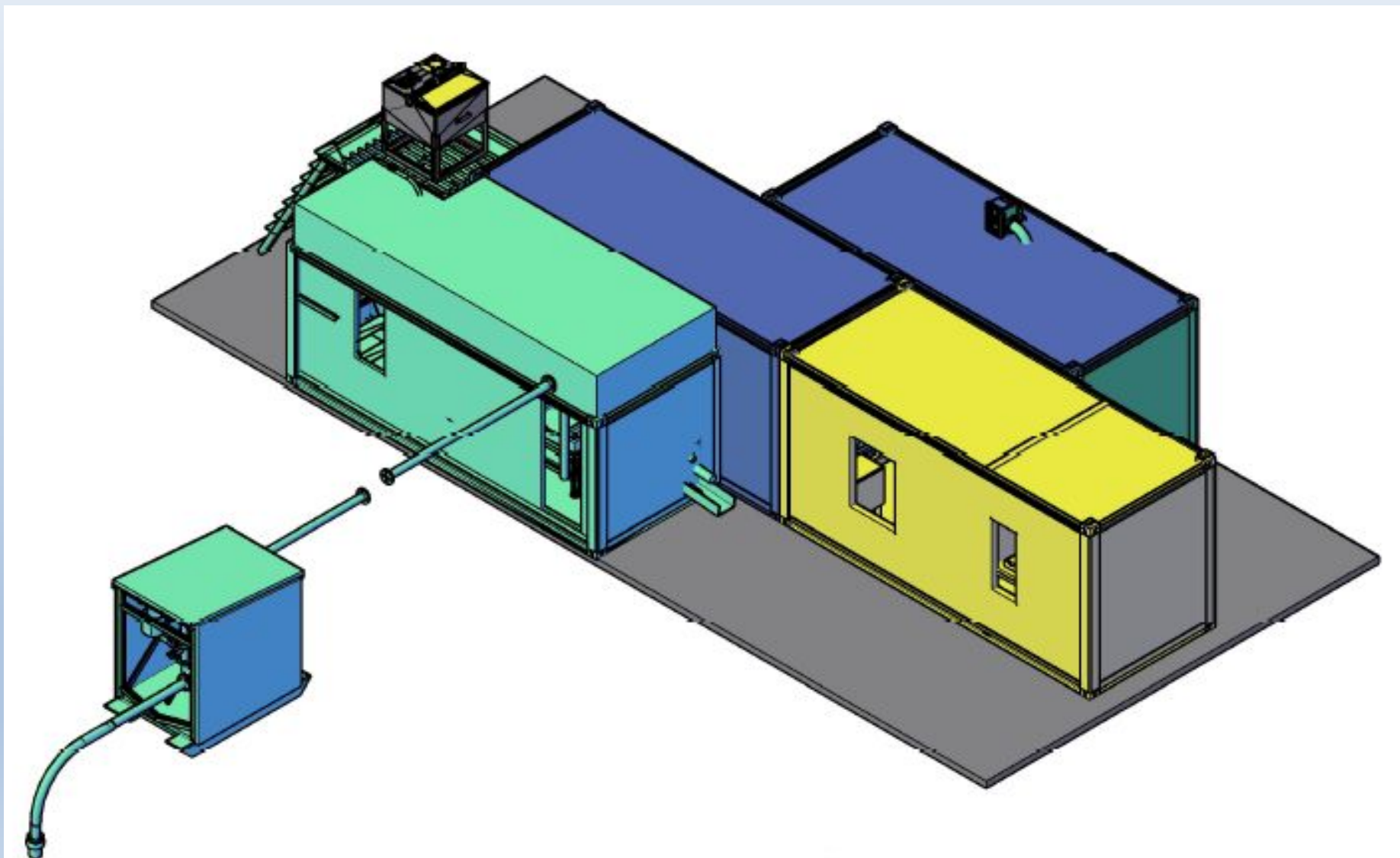
\*Расчет произведен по сумме съемок, которые ситовались периодически во время отработки вскрытых песков.

Для обработки концентрата прибора построена мобильная ШОУ с контейнерной разгрузкой, размещенная в модуле (6 х 2,5 м) и 40-футовом контейнере (12 х 2,5 м).

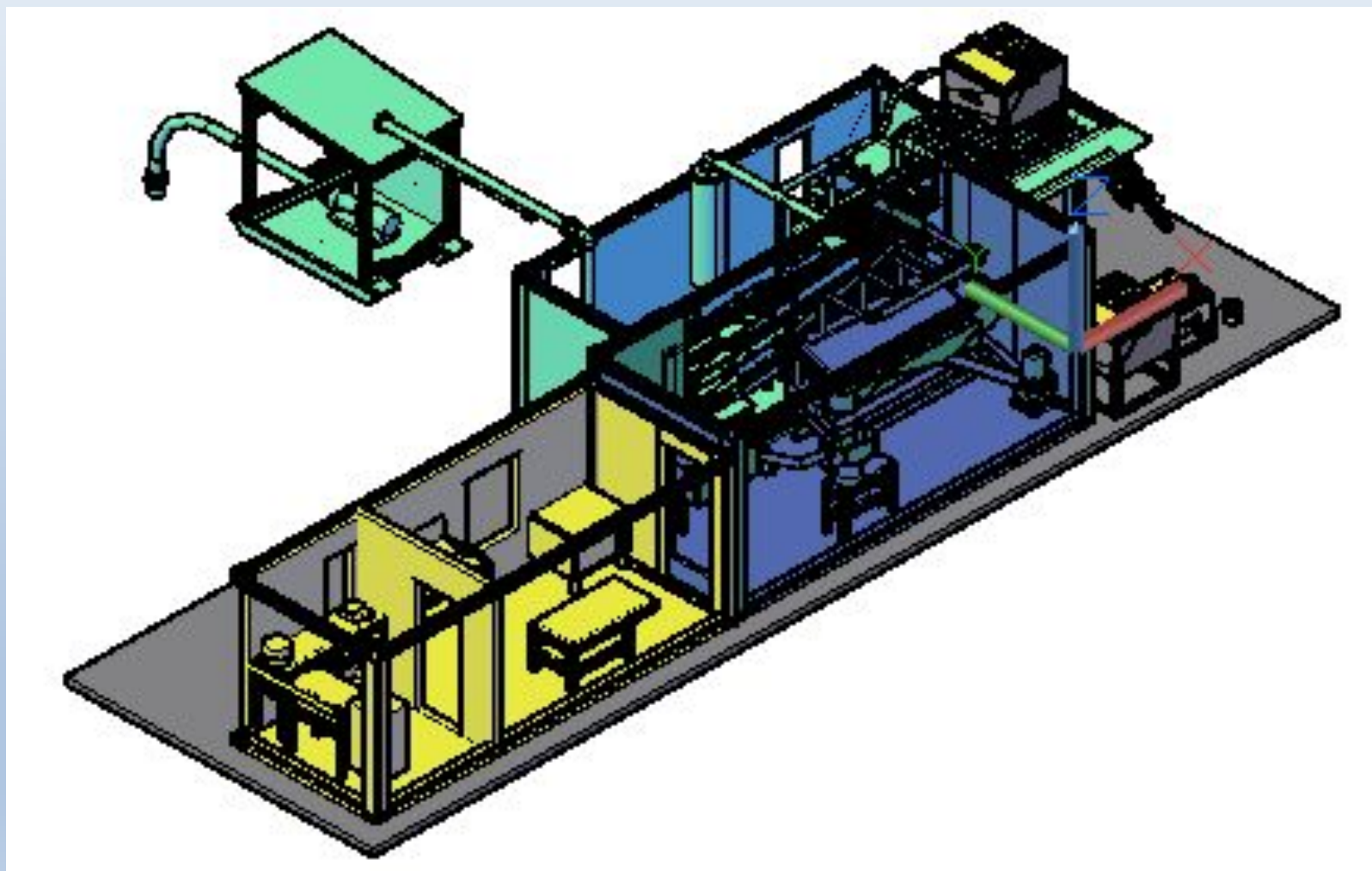
**Шлихообогадительная установка Состав:**

- №1 блок гравитации;
- №2 блок подачи песков и обработки хвостов гравитации;
- №3 блок электромагнитной обработки и касса;
- №4 модуль насосный.

# Шлихообогадательная установка для контейнерной обработки концентратов промывочных приборов



Шлихообогадательная установка для контейнерной обработки концентратов  
промывочных приборов схема цепи аппаратов



Расчет дополнительного извлечения при использовании центробежных концентраторов и ШОУ.

<b>Фракция, мм</b>	<b>Извлечено всего, г</b>	<b>Потери шлюзов, %</b>	<b>Доп. извлечено, г</b>
<b>+ 3</b>	27,6	7	1,9
<b>1-3</b>	384,2	10	38,4
<b>0,5-1</b>	2334,9	26	607,1
<b>0,25-0,5</b>	3594,1	33	1 186,1
<b>0,125-0,25</b>	2521,6	63	1 588,6
<b>0,063-0,125</b>	411		
<b>-0,063</b>	6	99	412,8
<b>Итого</b>	<b>9 279,4</b>	<b>41,3</b>	<b>3 834,9</b>

Потери составили 41,3 %. Дополнительное извлечение составило:  
 5277,8 г (эфельные отвалы) + 1514,8 г (хвосты ШОУ) + 27785,6 г (доп. извлечения) =  
 34578,2 г.

## Преимущество и недостатки использование центробежных концентраторов и ШОУ.

### Преимущество:

1. Длина ШГН 8 м;
2. Сполоск производится через центробежный концентратор;
3. Выборка самородков производится на грохоте во время сполоска;
4. Концентрат ЦК-1700 смывается в контейнер ( 0,12-0,15 м<sup>3</sup>) и направляется на ШОУ;
5. Время сполоска 20-30мин.

### Недостатки:

1. Износ сит грохота;
2. Износ пальцев.

Устранение недостатков - во время сполоска (замена сит, регулировка зазора пальцев и замена при необходимости).

Опыт строительства шлихообогатительных установок (далее ШОУ) на действующих предприятиях собственными силами предприятия показывает, что такая повсеместная практика приводит:

1. К потерям металла с хвостами ШОУ;
2. К нарушению инструкции по обеспечению сохранности золота;
3. Строительство ШОУ затягивается на длительный период.
4. Чаще всего обходятся приобретением концентрационного стола с обработкой полученного концентрата на лотках.
5. Металл, уходящий с хвостами концентрационного стола, не контролируется. При этом сокращение шлюзового концентрата производят на колоде, что также ведет к потерям металла на полигоне.

Вывод по изготовлению ШОУ:

Изготавливать ШОУ централизованно в заводских условиях позволит избежать выше сказанных факторов. Применение такого ШОУ на предприятии предполагает организацию контейнерной съемки промывочных приборов.



## Технические характеристики ШОУ:

1. На практике ШОУ перерабатывает концентрат 5-6 приборов ПГШ-50 или ПБШ-100 при ежедневной съемке концентрата.
2. Потребляемая мощность ШОУ-АС - 35 кВт.
3. Потребляемая мощность металлургического модуля - 25 кВт.

## Функциональные возможности:

Крупность питания -20 мм (допускается крупность питания +20 мм при установке дополнительного грохота с ячейкой 20 мм, через который производится загрузка в приемный бункер).

ПГШЦ-50 ШОУ работаали в 2015 г. и эффективно продолжает работать в настоящее время. В результате: за сезон 2015 г. на ШОУ получено 92 703 гр. шлихового золота. При этом фракция -0,5 мм составила 70%.

Таблица 6. Извлечение золота по фракциям на ШОУ.

Фракция, мм	4-8	2-4	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0,125-0,25	-0,125
Извлечение, %	100	100	100	99,5	99	97	94

Работу ПГШЦ-50 и ШОУ можно посмотреть по ссылке: <https://youtu.be/gFXBmCL5ljQ> .

Спасибо за внимание!!!

С уважением Сергей

Владимирович Ашиток.

Готов ответить на ваши вопросы.