



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



## ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2022

Материалы XVIII Международной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

Красноярск, 25–30 апреля 2022 г.

Электронное издание

Красноярск  
СФУ  
2022



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



## PROSPECT SVOBODNY – 2022

Materials of the XVIII International Conference students,  
graduate students and young scientists

Krasnoyarsk, April 25–30, 2022

Electronic publication

Krasnoyarsk  
SibFU  
2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Сибирский федеральный университет

## **ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2022**

Материалы XVIII Международной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

Красноярск, 25–30 апреля 2022 г.

*Электронное издание*

Красноярск  
СФУ  
2022

УДК 001.891(03)  
ББК 72.5я21  
П827

Ответственный за выпуск

Лесняк Татьяна Александровна

П827      **Перспектив Свободный – 2022** : материалы XVIII Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 25–30 апреля 2022 г. [Электронный ресурс] / отв. за вып. Т. А. Лесняк. – Электрон. дан. (62,7 Мб). – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2022. – 3024 с. – Систем. требования : РС не ниже класса Pentium I ; 128 Мб RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7638-4702-4

Представлены результаты научной работы студентов, аспирантов и молодых ученых.

Предназначены для студентов различных направлений и специальностей, аспирантов, научных работников и преподавателей.

Электронный вариант издания  
см.: <http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 001.891(03)  
ББК 72.5я21

ISBN 978-5-7638-4702-4

© Сибирский федеральный  
университет, 2022

*Электронное научное издание*

Подписано в свет 19.08.2022. Заказ № 16577  
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Библиотечно-издательский комплекс  
Сибирского федерального университета  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а  
Тел. (391) 206-26-16; <http://bik.sfu-kras.ru>  
E-mail: [publishing\\_house@sfu-kras.ru](mailto:publishing_house@sfu-kras.ru)

Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation  
Siberian Federal University

**PROSPECT SVOBODNY – 2022**

Materials of the XVIII International Conference  
students, graduate students and young scientists

Krasnoyarsk, April 25–30, 2022

*Electronic publication*

Krasnoyarsk  
SibFU  
2022

UDC 001.891(03)  
LBC 72.5я21  
П827

Responsible for edition Tatiana A. Lesnyak

П827      **Prospect Svobodny – 2022** : *materials of the XVIII International Conference students, graduate students and young scientists*. Krasnoyarsk, April 25–30, 2022 [Electronic resource] / edit. T. A. Lesnyak. – Electronic data (62,7 Mb). – Krasnoyarsk : SibFU, 2022. – 3024 p. – Hardware requirements : PC Pentium I or higher ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 or higher.  
ISBN 978-5-7638-4702-4

The proceedings include results of research by undergraduate, graduate, postgraduate and PhD students.

The edition is aimed at students of difference specializations, PhD students, scholars and university professors.

**UDC 001.891(03)**  
**LBC 72.5я21**

ISBN 978-5-7638-4702-4

© Siberian Federal University, 2022

*Electronic scientific publication*

Signed 19.08.2022. Order 16577

Library and Publishing Center of Siberian Federal University

660041 Krasnoyarsk, Svobodny avenue, 82a  
Тел. (391) 206-26-16; <http://bik.sfu-kras.ru>  
E-mail: [publishing\\_house@sfu-kras.ru](mailto:publishing_house@sfu-kras.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

Digital-маркетинг: тенденции развития, мировые и российские практики.....	8
Future biotech.....	46
Future technologies and materials.....	61
Mathematics and Computer Science.....	73
New trends in hydropower engineering and hydrotechnical construction.....	83
Автоматизация и цифровая трансформация производства.....	106
Автоматизированное машиностроение.....	176
Актуальные вопросы развития Севера и Арктики.....	226
Актуальные вопросы теории и практики социальной работы.....	233
Актуальные проблемы в строительстве, архитектуре и транспорте.....	246
Актуальные проблемы международного права и международных отношений.....	283
Актуальные проблемы правового обеспечения бизнеса (предпринимательское, антимонопольное, финансовое, налоговое, коммерческое, трудовое и экологическое право).....	336
Актуальные проблемы публичного права (вопросы конституционного, административного и муниципального регулирования общественных отношений в Российской Федерации).....	409
Актуальные проблемы уголовного права и криминологии.....	476
Актуальные проблемы уголовного процесса и криминалистики.....	585
Актуальные проблемы химии.....	654
Актуальные проблемы гражданского процесса и права.....	664
Архитектура.....	741
Биотехнология.....	788
Биофизика.....	815
Вопросы развития цифровой экономики и информационных технологий.....	848
Вопросы экологии и географии Северной Евразии.....	884
Вычислительная техника и информационные сети и системы.....	898
Геология.....	953
Глобальное предпринимательство: цифровые модели бизнеса.....	963
Городские инженерные сооружения, автомобильные дороги, основания и фундаменты.....	973
Градостроительство.....	988
Дизайн и изобразительное искусство.....	1014
Естественно-научные основы горного дела и металлургии.....	1047
Инновации в радиотехнике, электронике и связи.....	1065
Инновационные технологии в науке и практике.....	1084
Интеллектуальные энергетические системы в промышленности.....	1120

Нормы вибрации для обследованного класса машин

Оборудование	Категория	хорошо	удовл.	неудовл.	недопустимое
1Д630-90	2	<b>Виброскорость (Ve), мм/с</b>			
		<3,2	3,2...5,1	5,1...8,5	>8,5

Регулирование подачи насоса осуществлялось на всех этапах модернизации водоотливной установки следующим образом:

1. Перед началом модернизации водоотливной установки при максимальной подаче насоса 315 м<sup>3</sup>/ч – дросселированием нагнетательного трубопровода.

2. В конце первого этапа модернизации водоотливной установки при максимальной подаче насоса 442,7 м<sup>3</sup>/ч – дросселированием нагнетательного трубопровода.

3. После окончания модернизации водоотливной установки при оптимальной подаче насоса 637 м<sup>3</sup>/ч – путем переключения рабочего и резервного трубопроводов на параллельную работу.

При подаче насоса 315 м<sup>3</sup>/ч его техническое состояние характеризовалось следующим образом (рис. 1):

- состояние электродвигателя удовлетворительное, уровни вибрации в пределах нормы, существенных дефектов не выявлено;

- уровни вибрации насоса превышают норму, в спектре вибрации (рис. 2) доминирует лопастная частота, что является признаком работы при недостаточных расходах (уровень дефекта – сильный), выявлены признаки кавитационного режима работы (уровень дефекта – сильный) и резонансные колебания в области низких частот (уровень дефекта – средний).

Общее техническое состояние насоса и режим его работы были оценены как недопустимые (высокий риск повреждений).

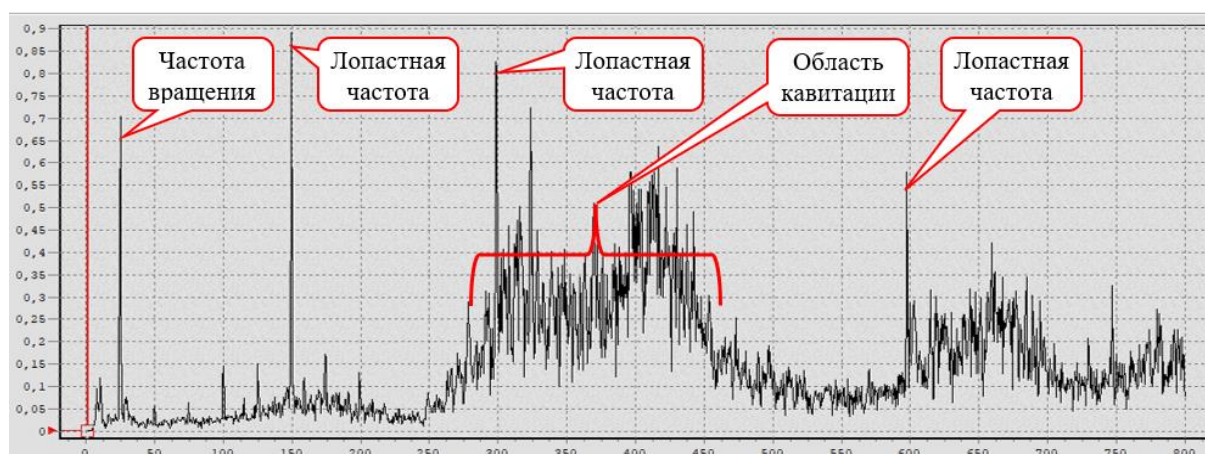


Рис. 2. Спектр вибрации насосного агрегата при подаче 315 м<sup>3</sup>/ч

При подаче насоса равной 442,7 м<sup>3</sup>/ч исчезли кавитационные шумы, уменьшился уровень вибрации (табл. 2). Это положительно отразилось на спектре его амплитудно-частотных характеристик (рис. 3).



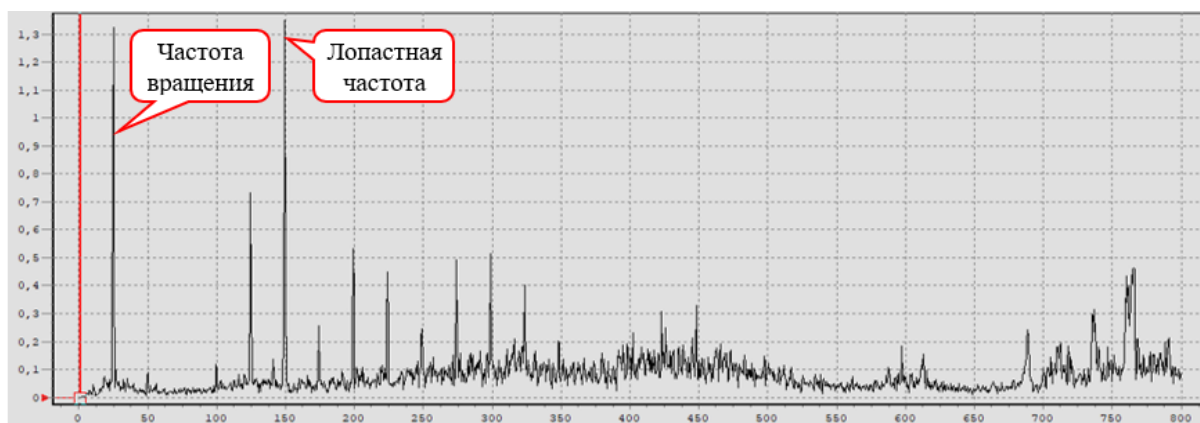
Таблица 2

## Уровень вибрации (виброскорость, мм/с)

Направление измерений	Электродвигатель		Насос	
	Вертикально	1,27	3,89	4,59
Горизонтально	4,13	2,23	5,33	3,07
Аксиально	4,34	3,53	3,57	2,55

Мнение эксперта при этом мало изменилось:

- техническое состояние электродвигателя удовлетворительное, уровни вибрации в пределах нормы, существенных дефектов не выявлено;
- уровни вибрации при работе насоса превышают норму, в спектре вибрации доминирует лопастная частота и её боковые составляющие оборотной частоты, что является признаком работы насоса при недостаточных расходах (уровень дефекта – средний).

Рис. 3. Спектр вибрации насосного агрегата при подаче 442,7 м<sup>3</sup>/ч

Общее техническое состояние насосного агрегата оценено как неудовлетворительное. Вывод: длительная эксплуатация недопустима, необходимо планировать ремонт в ближайшие 3 месяца.

При подаче насоса 637 м<sup>3</sup>/ч были получены оптимальные результаты (таблица 3). Мнение эксперта также существенно изменилось:

- состояние электродвигателя удовлетворительное, уровни вибрации в пределах нормы, существенных дефектов не выявлено;
- уровни вибрации при работе насоса в пределах нормы, существенных дефектов не выявлено (рис. 4).

Таблица 3

## Уровень вибрации (виброскорость, мм/с)

Направление измерений	Электродвигатель		Насос	
	Вертикально	1,46	2,97	2,96
Горизонтально	2,37	1,82	4,14	3,35
Аксиально	2,53	2,12	1,80	2,05

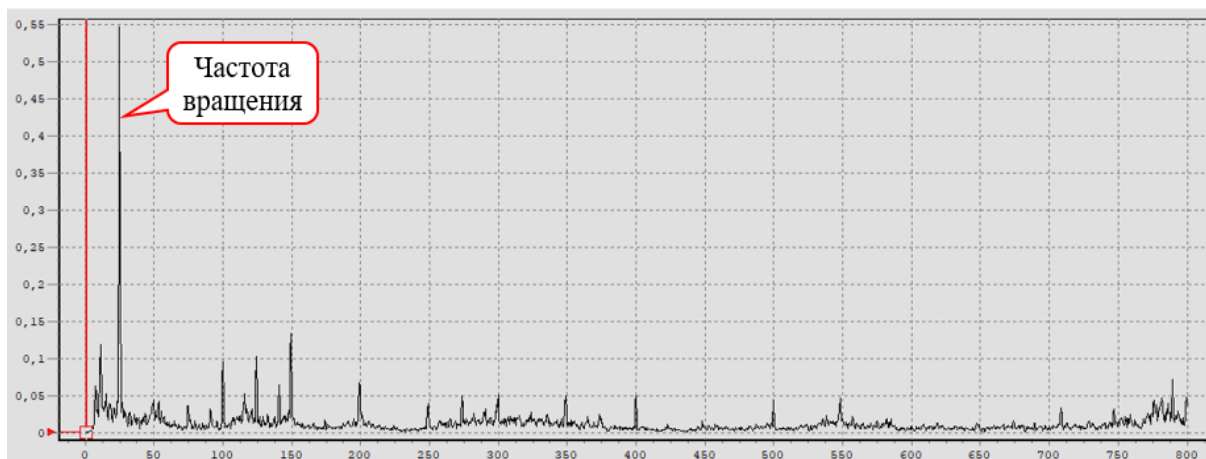


Рис. 4. Спектр вибрации насосного агрегата при подаче 637 м<sup>3</sup>/ч

Полученные спектральные маски характерны для большинства центробежных насосов и могут быть использованы для диагностирования аналогичных агрегатов и мониторинга их технического состояния и режима работы.

УДК 622.7.1

**К. А. Шульгина<sup>1</sup>,**

**А. С. Морин<sup>2</sup>,** д-р техн. наук, проф. (научный руководитель)

<sup>1,2</sup> *Сибирский федеральный университет,*

*Институт горного дела, геологии и геотехнологий*

## **УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РУДОПОТОКОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА**

Статья посвящена актуальным для предприятий, добывающих и перерабатывающих полезные ископаемые, технико-экономического обоснования применения технологий предварительного обогащения руд цветных металлов и золота с целью повышения эффективности отработки месторождений. Проектирование рудосортировочных комплексов должно предваряться оценкой технико-экономических возможностей применения предварительного обогащения. Использование эмпирического подхода осложняется тем, что при геологической разведке залежей не оценивается качество сырья под требования предварительного обогащения, не регламентирован отбор представительных проб крупнокусковой руды, проведение технологических исследований с ними. Устанавливаемые в соответствии с существующими методиками показатели предварительного обогащения

не отражают в полной мере изменчивость характеристик отбитой горной массы и необходимость её специальной подготовки к сортировке на обогащенный и обедненный продукты [1]. Полученные при этом данные становятся источником риска при подготовке технологического регламента и технико-экономического обоснования, причиной полной или частичной потери инвестиций в проектирование и строительство рудосортировочных комплексов.

Актуальность темы исследования, посвященного необходимости широкого внедрения технологий предварительного обогащения, обусловлена проблемой снижения доходности производства горнодобывающей и перерабатывающей отраслей из-за переработки руд со снижающимися показателями качества, усложнением логистики, ужесточением экологических требований.

Изученность проблемы целесообразности применения предварительного обогащения в конкретных условиях отражены в работах В. А. Мокроусова, В. И. Ревнивцева [2–3].

Целесообразность исследования определяется высокой практической значимостью получаемых результатов. Обоснование перспектив применения технологий предварительного обогащения позволит повысить экономическую и экологическую эффективность горнодобывающей и металлургической отрасли.

Научная новизна исследования состоит в разработке авторской методики установления зависимостей эффективности предварительного обогащения руд цветных металлов от их качества и позволяющая перейти горнодобывающей отрасли перейти к новому технологическому укладу, который предполагает массовое применение технологий предварительного обогащения в непосредственной близости к местам добычи полезного ископаемого, что позволит сократить расходы на логистику повысить эффективность отработки месторождений.

Основной идея работы состоит в том, что полнота извлечения полезного ископаемого при открытой разработке гетерогенных руд цветных металлов и золота может быть повышена за счет регулирования их вещественного состава.

Целью исследования является разработка системы управления качеством рудопотоков при открытой разработке месторождений цветных металлов и золота, обеспечивающей повышение эффективности горных работ за счёт увеличения полноты извлечения гетерогенных руд.

Указанная цель реализована посредством постановки и решения следующих основных задач:

- анализ современных методов регулирования вещественного состава гетерогенных руд цветных металлов и золота;
- моделирование системы управления качеством рудопотоков при производстве открытых горных работ;
- обоснование параметров регулирования вещественного состава рудопотоков;