

УДК 622.232.5

Надутый В.П., д-р техн. наук, профессор
(ИГТМ НАН Украины)

Маланчук З.Р., д-р техн. наук, профессор,

Корниенко В.Я., канд. техн. наук, доцент
(НУВХП МОН Украины)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ ЯНТАРЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Надутый В.П., д-р техн. наук, професор
(ИГТМ НАН Украины)

Маланчук З.Р., д-р техн. наук, професор,

Корнієнко В.Я., канд. техн. наук, доцент
(НУВГП МОН України)

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОБУВАННЯ БУРШТИНУ ГІДРОМЕХАНІЧНИМ МЕТОДОМ

Naduty V.P., D.Sc. (Tech.), Professor
(IGTM NAS of Ukraine)

Malanchuk Z.R., D.Sc. (Tech.), Professor,

Korniienko V.Ya., Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(NUWEE MES of Ukraine)

MODERNIZATION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR MINING AMBER BY HYDROMECHANICAL METHOD

Аннотация. В работе представлено усовершенствованное технологическое оборудование для добычи янтаря вибрационным гидравлическим способом. Для интенсификации процесса добычи янтаря из песчаных месторождений гидромеханическим способом разработано виброустройство, которое защищено патентами. Модернизация оборудования позволяет улучшить технические и экономические показатели. Для этого проведено сравнение эксплуатационных расходов во время движения технологического оборудования и разработки одинаковых площадей месторождения, что указывает на обоснованность применения модернизированного виброгидравлического интенсификатора. При проектировании оборудования предлагаются конструктивные решения, которые позволяют получать больший эффект при незначительных вложениях.

Ключевые слова: гидромеханический способ, виброгидравлический интенсификатор, виброизлучатели, вибровозбуждение, суспензный слой.

Введение. В Национальном университете водного хозяйства и природопользования (НУВХП) разработан гидромеханический способ подъема янтаря на поверхность месторождения [1].

Суть указанного способа заключается в том, что массив, насыщенный водой активизируется путем механического возбуждения (вибровозбуждения) до образования сплошного суспензного слоя такой плотности, при которой возни-

кает выталкивающая сила, поднимающая полезные ископаемые на поверхность месторождения.

Для интенсификации процесса добычи янтаря из песчаных месторождений гидромеханическим способом массив грунта подвергается воздействию вибрации, позволяет осуществлять переукладку частиц и освободить янтарь от связей со средой. Для этого разработано виброустройство (виброгидравлический интенсификатор) [2] (новизна которого подтверждена патентами Украины), включающий возбуждатель колебаний, и разнесены на вертикальных стержнях биконические виброизлучатели. Габаритные размеры виброгидравлического интенсификатора (прототипа) малы для того, чтобы разрабатывать одновременно большую площадь участка месторождения: ширина - 1,8 м.; длина - 1,6 м.; высота - 5 м. Небольшая по площади территория заставляет повторять цикл операций чаще. Трактор-тягач должен двигаться на минимальном расстоянии от разрабатываемого участка для того, чтобы добыть янтарь из месторождения полностью. Это приводит к дополнительным затратам на топливо, также является негативной стороной данного агрегата.

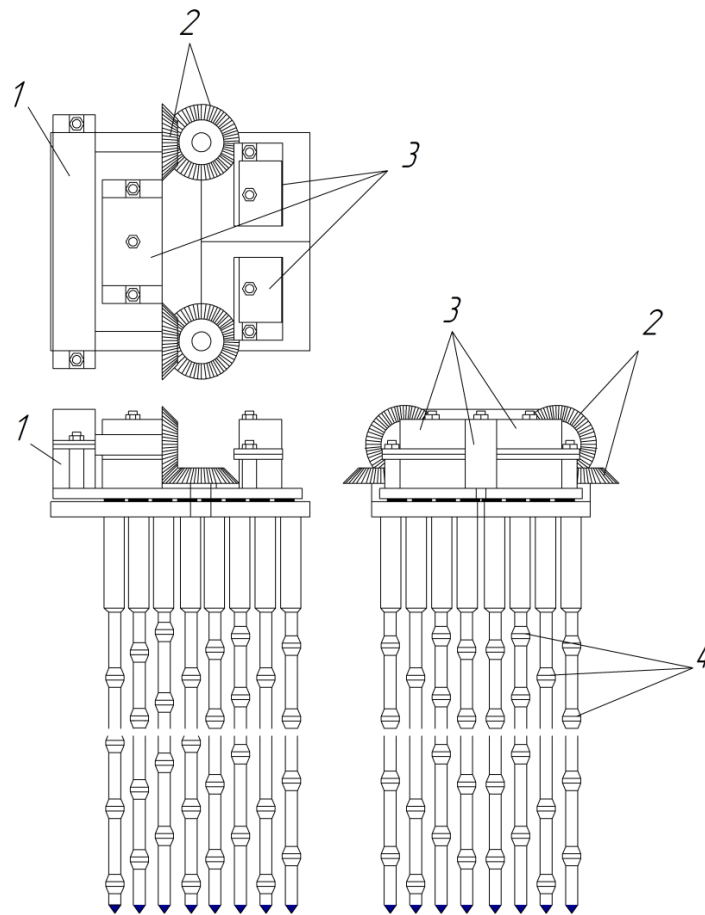
Целью данной работы является модернизация виброгидравлического интенсификатора для уменьшения эксплуатационных расходов и увеличения его производительности.

Модернизированный виброгидравлический интенсификатор устанавливается на навесную базу, которая крепится к трактору (например, ДТ-75) (рис. 1) и осуществляет транспортировку, поддержку и извлечение из массива грунта виброустановки. От распределителя воздух и вода подаются по трубопроводам через пустотелые стержни в массив грунта. На конце каждого стержня закреплен наконечник с резцами для разрушения почвы. Стержни с виброизлучателями объединены в пакеты и соединены жестко с плитой. Для привода вибратора предусмотрен гидравлический насос с приводом от гидросистемы трактора. Управление подачей насоса осуществляется через дроссель с манометром давления.

Размеры мачты машины с виброгидравлическим интенсификатором во время транспортировки: ширина - 1800 мм; длина - 1600 мм; высота - 5500 мм.

Зона работы виброгидравлического интенсификатора (рис. 2): ширина - 900 мм; длина - 3400 мм; высота - 5500 мм.

Установка работает следующим образом. Навесная база трактора переводится в рабочее положение, рабочий орган устанавливается перпендикулярно к месту разработки с помощью гидроцилиндра. С помощью приводного зубчатого колеса приводится в действие вспомогательное зубчатое колесо. Основной блок с биконическими виброизлучателями остается неподвижным, а два других разводятся по обе стороны основного, позволяя, в конечном итоге, увеличивать зону работы виброустройства.



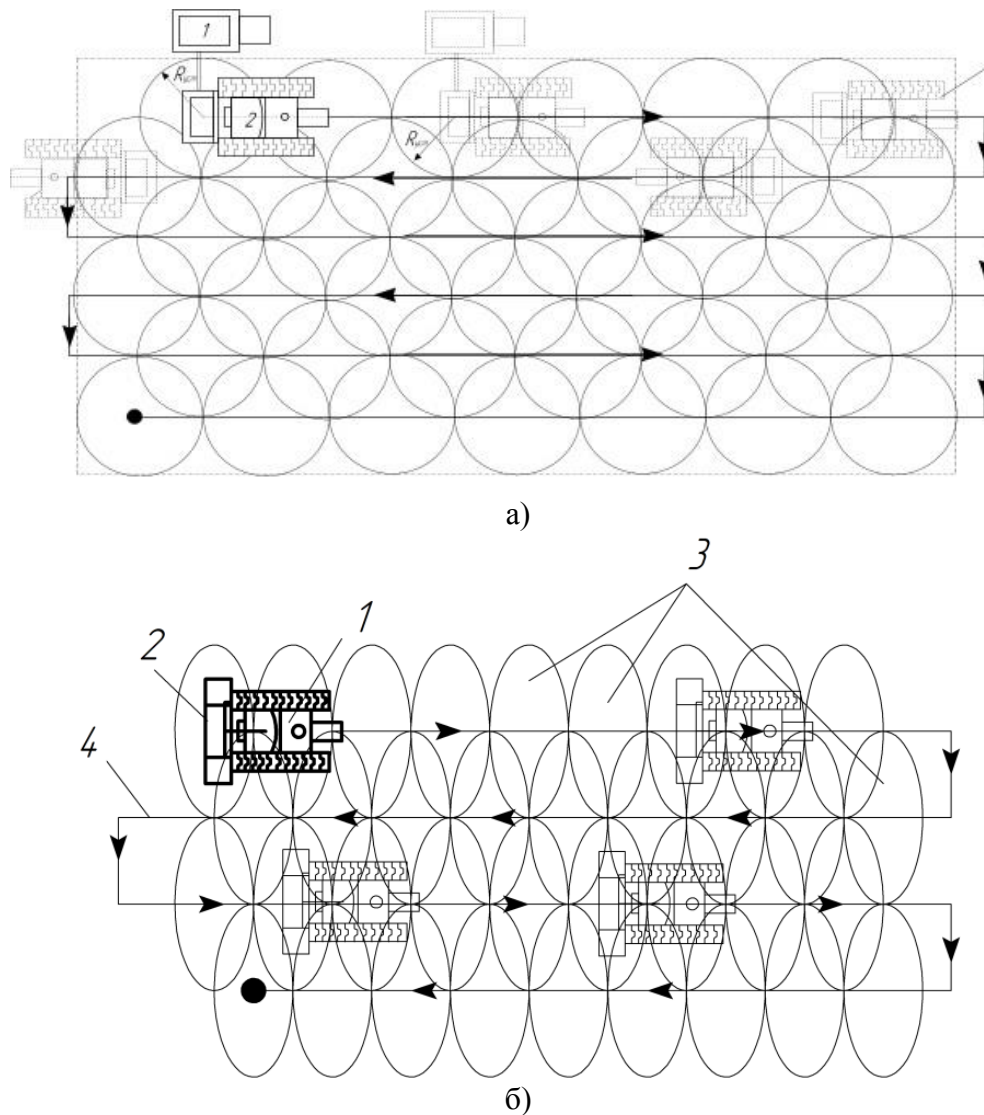
1 - редуктор; 2 - конические шестерни; 3 - вибраторы;
4 - биконические виброизлучатели

Рисунок 1 – Общая схема виброгидравлического интенсификатора (модернизированного) для добычи янтаря

Таким образом, виброгидравлический интенсификатор переводится в рабочее состояние. С помощью гидроцилиндра подъема и опускания рабочий орган опускается в почву. Включается гидромотор, который приводит в действие вибратор, гидроцилиндр переводится в плавающее положение, и под действием вибрации установка углубляется в массив грунта. Виброизлучателями массив возбуждается. Включается подача воды через стержни в массив. Массив обрабатываемой почвы переводится в сжиженное состояние с образованием сплошного суспензного слоя. Куски янтаря, которые находятся в зоне суспензного слоя, освобождаются от связей и под действием Архимедовой силы и вибрационных сил всплывают на поверхность. Для интенсификации процесса включается подача воздуха. Регулирование частоты, амплитуды колебаний и вынуждающей силы осуществляется изменением частоты вращения вала гидромотора с помощью дросселя.

Продолжительность работы установки на одном участке составляет время на углубление и выглубление. При проведенных экспериментальных исследованиях скорость всплытия составляет около 0,1 м/с, следовательно, нужно, чтобы скорость углубления и выглубления установки составляла 0,1

м/с. При этом продолжительность углубления на глубину 5 м составит в пределах 5 мин., 5 мин. работы на глубине и 3÷4 мин. – на выглубление. Таким образом, на весь процесс нужно не более 15 мин. После этого установка перевозится на другой участок.



1 - бульдозер; 2 - виброгидравлический интенсификатор; 3 - зона работы;
4 - направление движения виброгидравлического интенсификатора

Рисунок 2 – Схема работы установки на месте добычи янтаря прототипом (а) и модернизированным виброгидравлическим интенсификатором (б)

Сделав сравнительный анализ схем движения модернизированного виброгидравлического интенсификатора с его прототипом, можно с уверенностью констатировать, что для разработки одной и той же площади месторождения трактору-тягачу нужно преодолеть большее расстояние с прототипом. Возникают дополнительные расходы на топливо.

При использовании модернизированной модели виброгидравлического интенсификатора расходы на топливо уменьшаются (табл. 1).

Таблица 1 – Эффект при использовании модернизированного виброгидравлического интенсификатора во время его работы и транспортировки

Количество циклического движения на прототипе	Количество циклического движения на модернизированной модели	Показатель уменьшения количества циклического движения (%)
2	3	30
4	6	30
8	12	50
16	24	50

Технология проведения работ позволяет достигать полное изъятие янтаря с месторождения, увеличивать производительность труда, уменьшать энергоемкость и отрицательное техногенно-экологическое воздействие на окружающую среду [3-11].

Наиболее важные итоговые научные, практические результаты и выводы заключаются в следующем:

- анализ состояния вопроса показал, что добыча янтаря требует новейших технологий и модернизации средств для интенсификации процесса добычи, при котором достигаются высокие показатели производительности и эффективности, а также уменьшается негативное экологическое воздействие на окружающую среду;

- установлено, что перспективным направлением устранения указанных недостатков является применение модернизированной модели виброгидравлического интенсификатора для добычи янтаря из песчаных месторождений, при котором достигается полное извлечение янтаря;

- процесс сжижения песчаного массива при наличии воды до состояния всплытия янтаря виброгидравлическим интенсификатором обеспечивается при перекрытии вибрационных зон действия смежных виброизлучателей, которое обеспечивается при максимальном уплотнении почвы под действием вибрации;

- проведенное сравнение эксплуатационных расходов (на топливо и т. п.) во время движения виброгидравлического интенсификатора и разработки одинаковых площадей месторождения указывает на обоснованность применения модернизированного виброгидравлического интенсификатора;

- схематически представлена модернизированная технологическая схема работы виброустановки.

Выводы. В результате проведенного исследования [3, 4, 11-16] и сравнения модернизированной модели с прототипом подтверждены преимущества при применении гидромеханического способа для извлечения янтаря из массива. Благодаря модернизации конструкции улучшились экономические показатели на перемещение виброгидравлического интенсификатора, при этом техногенно-экологический вред для окружающей среды отсутствовал и не происходил вынос минеральной почвы на поверхность.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Пат. № 32201 Україна, МКВ 7 E 21 C 45/00. Спосіб вилучення бурштину з родовища / О.Л. Романовський, В.Г. Нікітін, В.Я. Корнієнко, В.М. Бербенєць, В.О. Туцький / - № 99010136; заявл. 10.01.1999; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9, НДЦПЕ, - Київ. - 2004 р.
2. Пат. № 84108 Україна, МПК (2013.01) B 03 B 5/46, B 03 B 7/00, E 04 G 21/08. Вібропристрій / В.Я. Корнієнко, О.Л. Романовський, І.О. Хітров, Е.Ю. Мачук // - № u 2013 04557; заявл. 11.04.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 9, НДЦПЕ, - Київ. - 2013 р.
3. Корнієнко, В.Я. Технологічний процес видобутку бурштину за допомогою віброгідрравлічного витягача. / В.Я. Корнієнко, Е.Ю. Мачук. // Вісник НУВГП: Зб. наукових праць. / НУВГП. - Рівне, 2013 - Вип. 3 (63) - С. 412-418.
4. Корнієнко, В.Я., Маланчук З.Р. Современное оборудование для добычи янтаря из песчаных месторождений / В.Я. Корнієнко, З.Р. Маланчук // Глобализация науки: проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции (13 октября 2014 г., г. Уфа). – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014 - С. 41-42.
5. Корнієнко, В.Я. Сучасні технології видобутку бурштину з родовищ / В.Я. Корнієнко // Вісник НУВГП: Зб. наукових праць. / НУВГП. – Рівне, 2014 - Вип. 1 (65) - С. 449-457.
6. Malanchuk Z.R., Korniyenko V.Ya. Modern condition and prospects of extraction of amber in Ukraine // Proceedings of the 1st International Academic Congress “Fundamental and Applied Studies in the Pacific and Atlantic Oceans Countries”. (Japan, Tokyo, 25 October 2014) / Tokyo University / - Tokyo, 2014 / - Volume II. - p. 318 -321.
7. Корнієнко, В.Я. Перспективи та сучасний стан видобутку бурштину в Україні. / В.Я. Корнієнко // Вісник НУВГП: Зб. наукових праць. / НУВГП. - Рівне, 2014 - Вип. 3 (67) - С. 127-133.
8. Malanchuk, Z.R., Korniyenko, V.Ya. Modern condition and problems of extraction of amber in Ukraine. / Canadian Journal of Science and Education. - №2 (6), July-December - Volume I - “Toronto Press”, 2014 - p. 372 -376.
9. Bulat, A.F., Naduty, V.P., Korniyenko, V.Ya. Substantiations of technological parameters of extraction of amber in Ukraine. / American Journal of Scientific and Educational Research. - No.2. (5) (July-December). - Volume II - “Columbia Press”. New York, 2014. - p. 591 -597.
10. Булат, А.Ф. Опыт применения вибрационных установок в технологии добычи янтаря. / А.Ф. Булат, В.П. Надутый, Корниенко В.А. // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрація в техніці та технологіях». – 2015. - №4(80). - С. 128-131.
11. Корнієнко, В.Я. Удосконалення технологічного обладнання для видобутку бурштину гідромеханічним способом / В.Я. Корнієнко, В.В. Семенюк // Вісник НУВГП: Зб. наукових праць. - Вип. 1 (73), Рівне, 2016 – Вип. 1 (73). - с. 116-122.
12. Маланчук Е.З. Перспективы внедрения новых технологий добычи янтаря в Ровенской области. / Е.З. Маланчук, В.Я. Корниенко, З.Р. Маланчук // Вісник КНУ: Зб. Наук. праць – 2016 - №41. - С. 74-78.
13. Malanchuk Z., Korniyenko V., Malanchuk Ye., Khrystyuk A.Ya. Results of experimental studies of amber extraction by hydromechanical method in Ukraine. / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (ISSN 1729-3774) – 2016. - том 3 - № 10(81), DOI: 10.15587/1729-4061.2016.72404, pp 24-28.
14. Корнієнко, В.Я. Розробка бурштиновмісних родовищ гідромеханічним способом. / В.Я. Корнієнко // Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Іноваційний розвиток гірничодобувної галузі». Секція – Відкрита розробка родовищ корисних копалин 14 грудня 2016 р. - Кривий Ріг, 2016. - С. 56.
15. Маланчук, З.Р. Технологія видобутку бурштину удосконалим добувним обладнанням. / З.Р. Маланчук, В.Я. Корнієнко, Є.З. Маланчук // Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Іноваційний розвиток гірничодобувної галузі». Секція – Гірничі машини і обладнання 14 грудня 2016 р. - Кривий Ріг, 2016. - С. 232
16. Корнієнко В.Я. Аналіз сучасних технологій та вибір обладнання для вилучення бурштину із піщаних родовищ з найменшим техногенно-екологічним впливом на навколишнє середовище / В. Я. Корнієнко // Вісник НУВГП: Зб. наукових праць / НУВГП. – Рівне, 2007. - № 2 (38). - С. 352-358.

REFERENCES

1. Romanovskiy O.L., Nikitin V.G., Korniyenko V.Ya., Verbenets V.M., Tuckiy V. O. (2004), *Pat. № 32201 Ukraine, MKV 7 E 21 C 45/00 . Sposib vulychennja burshtynu z rodovyshcha* [Pat. № 32201 Ukraine,

MKV 7 E 21 C 45/00 .Method of exception of amber from the deposit], Kyiv, UA. Pat. № 99010136

2. Korniyenko V.Ya., Romanovskiy O.L., Khitrov I.O., Machuk E.Yu. (2013), *Pat. № 84108 Ukraina, MPK (2013) B 03 B 5/46, B 03 B 7/00, E 04 G 21/08 Vibroprystriy* [Pat. № 84108 Ukraina, MPK (2013) B 03 B 5/46, B 03 B 7/00, E 04 G 21/08 Vibro-place], Kyiv, UA. Pat. № u 2013 04557

3. Korniyenko, V.Ya.and Machuk, E.Yu.(2013), «The process of extraction of amber using vibrohdraulic device», *Visnyk NUWGP: Zb. naukovykh prats*, Rivne, Vyp. 3 (63), pp 412-418.

4. Korniyenko, V.Ya. and Malanchuk, Z.R. (2014), «Modern equipment for amber extraction of sand deposits», *Globalizaciya nauki: problemy i perspektivu: Sb. statey Internatsionalnoyl nauchno-prakticheskoy konferentsii (13 October 2014, Ufa)* [Globalization of science: problems and prospects: collection of reasons of the International science and practical conference (on October, 13, 2014, Ufa)], Ufa, RU, pp. 41-42.

5. Korniyenko, V.Ya. (2014), «Modern production technology of amber deposits», *Visnyk NUWGP: Zb. naukovykh prats*, Rivne, Vyp. 1 (65), pp. 449-457.

6. Malanchuk, Z.R. and Korniyenko, V.Ya. (2014), «Modern condition and prospects of extraction of amber in Ukraine», *Proceedings of the 1st International Academic Congress "Fundamental and Applied Studies in the Pacific and Atlantic Oceans Countries"*, Vol. 2, Tokio, Japan, 25 October 2014, pp. 318 -321.

7. Korniyenko, V.Ya.(2014), «Prospects and current state of production of amber in Ukraine»,. *Visnyk NUWGP: Zb. naukovykh prans*, Rivne, Vyp. 3 (67), pp. 127-133.

8. Malanchuk, Z.R. and Korniyenko, V.Ya. (2014), «Modern condition and problems of extraction of amber in Ukraine». *Canadian Journal of Science and Education*, №2 (6) July-December, Volume I, pp. 372 -376.

9. Bulat, A.F., Nadutyu, V.P. and Korniyenko, V.Ya. (2014), «Substantiations of technological parameters of extraction of amber in Ukraine». *American Journal of Scientific and Educational Research*, No.2. (5) (July-December), Volume II, pp. 591 -597.

10. Bulat, A.F., Nadutyu V.P. and Korniyenko, V.Ya. (2015), «Experience in the use of vibrating installations in amber production technology», *Vseukrayinsky naukovo-tekhnichny zhurnal "Vibratsiya v tehnitsi i tekhnologiyakh"*, Vinnytsya, №4(80), p. 128-131.

11. Korniyenko, V.Ya. and Semenyuk, V.V. (2016), «Improvement of process equipment for extraction of amber hydromechanical way», *Visnyk NUWGP: Zb. naukovykh prats*, Rivne, Vyp.1 (73), pp. 116-122.

12. Malanchuk, Ye.Z., Korniyenko, V.Ya. and Malanchuk Z.R. (2016), «Prospects for the introduction of new technologies for the extraction of amber in Rovno region», *Visnyk KNU: Zb. naukovykh prats*. – no.41, pp. 74-78.

13. Malanchuk, Z., Korniyenko, V., Malanchuk, Ye. and Khrystyuk, A.Ya. (2016), «Results of experimental studies of amber extraction by hydromechanical method in Ukraine», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 3, no. 10(81), DOI: 10.15587/1729-4061.2016.72404, pp. 24-28.

14. Korniyenko, V.Ya.(2016), «Development of umber-containing deposits by a hydro-mechanical method», *Mizhnarodna naukovo-tehnichna internet-konferentsiya «Innovaciyny rozvytok girnycho-dobuvnoyi galuzi». Sektsiya – Vidkryta rozrobka rodovyshch korysnykh kopalyn* [International Scientific Internet Conference "Innovative development of the mining industry." Section - Open development of mineral deposits], Kryvyi Rig, UA, December 14, p. 56

15. Malanchuk, Z.R, Korniyenko, V.Ya.and Malanchuk, Ye.Z. (2016), «Advanced production technology of amber hunting equipment», *Mizhnarodna naukovo-tehnichna internet-konferentsiya «Innovaciyny rozvytok girnycho-dobuvnoyi galuzi». Sektsiya – Girnychi mashyny I obladnannya* [International Scientific Internet Conference "Innovative development of the mining industry." Section - Mine machines and equipments], Kryvyi Rig, UA, December 14, p. 232.

16. Korniyenko, V.Ya. (2007), «Analysis of modern technology and selection of equipment for the extraction of sand deposits of amber with the lowest technogenic and ecological impact on the environment», *Visnyk NUWGP: Zb. naukovykh prats*, Rivne, no. 2 (38), pp. 352-358.

Об авторах

Надутьий Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом механики машин и процессов переработки минерального сырья, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, nadutyuv@yandex.ua.

Маланчук Зиновий Романович, доктор технических наук, профессор, директор Института последипломного образования, Национальный университет водного хозяйства и природопользования МОН Украины (НУВХП МОН Украины), Ровно, Украина, malanchukzr@ukr.net.

Корниенко Валерий Ярославович, кандидат технических наук, доцент кафедры разработки

месторождений и добычи полезных ископаемых, Национальный университет водного хозяйства и природопользования МОН Украины (НУВХП МОН Украины), Ровно, Украина, kvja@mail.ru.

About the author

Nadutyi Vladimir Petrovich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Professor, Head of Department of Geodynamic Systems and Vibration Technologies, N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM NASU), Dnepr, Ukraine, nadutyvp@yandex.ua.

Malanchuk Zinovij Romanovich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Professor, Director of the Institute of Postgraduate Studies, National University of Water and Environmental Engineering Ministry of Science and Education of Ukraine (NUWEE MES of Ukraine), Rivne, Ukraine, malanchykr@ukr.net.

Korniyenko Valerij Yaroslavovich, Candidate of Technical Sciences (Rh.D), Associate Professor of Development of fields and mining operations, National University of Water and Environmental Engineering Ministry of Science and Education of Ukraine (NUWEE MES of Ukraine), Rivne, Ukraine, kvja@mail.ru.

Анотація. У роботі представлено удосконалене технологічне обладнання для видобутку бурштину вібраційним гідравлічним способом. Для інтенсифікації процесу видобутку бурштину з піщаних родовищ гідромеханічним способом розроблено вібропристрій, який захищено патентами. Модернізація обладнання дозволяє покращити технічні та економічні показники. Для цього проведено порівняння експлуатаційних витрат під час руху технологічного обладнання та розробки однакових площ родовища, що вказує на обґрунтованість застосування модернізованого віброгідравлічного інтенсифікатора. При проектуванні обладнання пропонуються конструктивні рішення, які дозволяють отримувати більший ефект при незначних вкладеннях.

Ключові слова: гідромеханічний спосіб, віброгідравлічний інтенсифікатор, вібровипромінювачі, віброзбудження, суспензний шар.

Abstract. The work presents the technological equipment, which was modernized for amber extraction by vibratory hydraulic method. In order to intensify the process of amber extraction from the sand deposits by hydromechanical method, a new patented vibration device was designed. The modernization of the equipment allows improving technical and economic indicators. With the purpose to confirm the improvement realization, the operating costs were compared when the equipment was moving and developing the similar areas of the field. The comparison has proved feasibility of usage of the upgraded vibrating hydraulic intensifier. Some constructive solutions are proposed for the equipment designing, which can ensure achieving greater effect at low investments.

Keywords: hydro mechanical method, vibrating hydraulic intensifier, vibration transducers, vibration excitation, bed of slurry.

Статья поступила в редакцию 10.12. 2016

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Б.А. Блюссом