АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СМЕННОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ, УСТАНАВЛИВАЕМОГО НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ЭКСКАВАТОР, ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

ANALYSIS OF EXISTING DESIGNS OF REPLACEABLE WORKING EQUIPMENT INSTALLED ON A HYDRAULIC EXCAVATOR FOR THE DEVELOPMENT OF FROZEN SOILS IN URBAN DEVELOPMENT

УДК 621.879.328

Чичик И.А., Студент, 4 курс, факультет «Инженерная школа», Дальневосточный федеральный университет, Россия, г. Владивосток

Chichik I.A., e-mail: Chichik.ia.sen@gmail.com

Семенов Д.А., Студент, 4 курс, факультет «Инженерная школа», Дальневосточный федеральный университет, Россия, г. Владивосток

Semenov D. A., pundonpff@yandex.ru

Аннотация

В статье проанализированы различные конструкции сменного рабочего оборудования, устанавливаемого на гидравлический экскаватор, для разработки мерзлого грунта в условиях городской застройки.

Проанализированы условия выполнения земляных работ на городских территориях, осуществляемых в стесненных условиях. Рассмотрен ряд конструкций сменного рабочего оборудования для разработки мерзлых грунтов, среди которых: ковш рыхлитель; захватно-клещевой рабочий орган пассивного и активного действия; клык рыхлитель; гидромолот; виброриппер, он же виброрыхлитель; однобарабанные, двухбарабанные и дисковые роторные фрезы.

Annotation

The article analyzes various designs of replaceable working equipment installed on a hydraulic excavator for the development of frozen soil in urban development.

The conditions of earthworks in urban areas, carried out in cramped conditions, are analyzed. A number of designs of replaceable working equipment for the development of frozen soils are considered, including: bucket ripper; gripper-tipped working body of passive and active action; tusk ripper; hydraulic hammer; vibro-Ripper, aka vibro-ripper; single-drum, double-drum and disk rotary cutters.

Ключевые слова: экскаватор; сменное оборудование; мерзлый грунт; городские условия; ротационная фреза; виброриппер; виброрыхлитель; гидромолот; ковш-рыхлитель; клык-рыхлитель; захватно-клещевой рабочий орган.

Keywords: excavator; replacement equipment; frozen ground; urban conditions; rotary mill; vibro-ripper; hydraulic hammer; bucket-ripper; tusk-ripper; gripper-tongs working body.

Разработка мерзлых грунтов в большинстве случаев (до 90 %) ведется механическим способом, и в 60% случаев ведется строительными одноковшовыми гидравлическими экскаваторами (далее – экскаватор) различных размерных групп в зависимости от прочности разрабатываемого грунта и объемов работ.

Одной из основных частей одноковшового гидравлического экскаватора является рабочее оборудование. Рабочим оборудование называется часть экскаватора, предназначенная для выполнения определенной работы: копания грунта, подъема и переноски грузов или сыпучих материалов, забивки свай, планировки и т. д. [1]. Большинство экскаваторов от производителя поступают в продажу со стандартным рабочим оборудованием в виде обратной лопаты в универсальном или усиленном исполнении (рисунок 1).

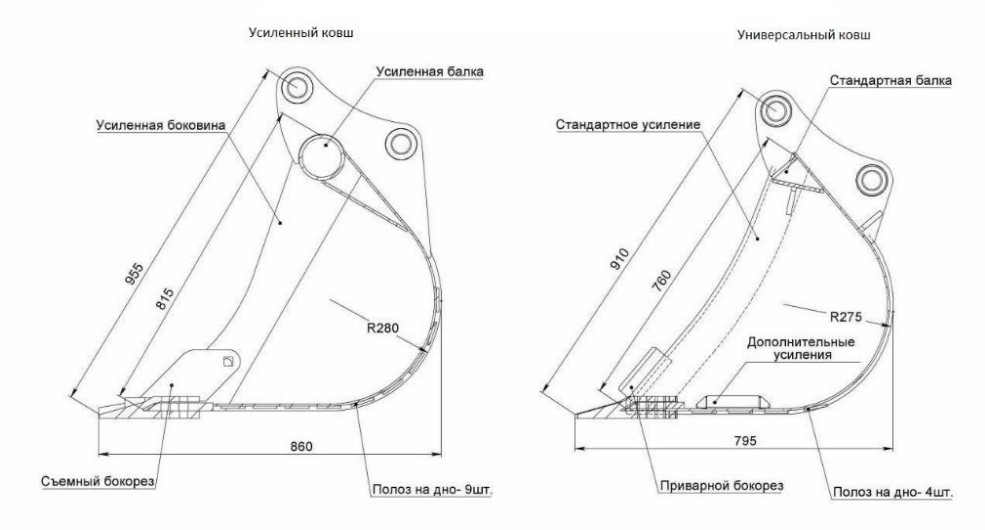

Рисунок 1 – Сравнение универсального и усиленного ковшей экскаватора второй размерной группы

Рабочее оборудование экскаваторов состоит из нескольких комплектов и является сменным. Основные части рабочего оборудования: рабочий орган, стрела, рукоять, гидросистема.

Одним из наиболее сложно разрабатываемых материалов, является мерзлый грунт. Главным признаком мерзлого грунта, горных пород, почв и прочих дисперсных тел является кристаллизация поровой воды и вследствие чего образование льда, при определенной температуре. Кристаллизация воды в грунтах происходит в сопровождении сложнейших физико-химических процессов и явлений, таких как: миграция воды, смерзание минеральных частиц грунта, увеличение концентрации поровых растворов и др. [2,3]

Наибольшую сложность представляют земляные работы, выполняемые на городских территориях, осуществляемые в стесненных условиях, которые накладывают свой «отпечаток» на технологический процесс производства работ. Известно, что такие условия характеризуются целым рядом особенных факторов: наличием на строительной площадке и прилегающей к ней территории различных препятствий (например, инженерных сетей, коммуникаций и т.д.); возможностью наличия близкого от места проведения работ интенсивного движения транспорта и пешеходов; ограничением

габаритов рабочих зон; ограничением проездов транспортных средств и спецтехники; наличием высокой степени строительного, экологического, материального риска и как следствие необходимость тщательной проработки мероприятий по технике безопасности производства работ, безопасности непосредственно исполнителей работ и проживающего рядом населения и т.д. [4]

Для разработки мерзлого грунта на одноковшовый гидравлический экскаватор устанавливается несколько видов сменного рабочего оборудования, предназначенного для рыхления или одновременного рыхления-копания мерзлого грунта. Среди такого оборудования могут быть: ковш-рыхлитель, захватно-клещевой рабочий орган; клык-рыхлитель разных конструкций, гидромолот и т.д.

Ковш-рыхлитель (рисунок 2) является видоизмененной обратной лопатой с усиленной конструкцией, противоизносными накладками на боковых стенках и ступенчатым размещением сменных твердосплавных зубьев. Такое расположение зубьев позволяет максимально сконцентрировать давление на их конце при проникновении в мерзлый грунт. Особенностью использования данной конструкции является комбинирование двух операций за одни рабочий цикл экскаватора: рыхление и выемка. К условным недостаткам использования можно отнести довольно-таки крупную фракцию разрыхленного грунта и невозможность точного позиционирования скола грунта.

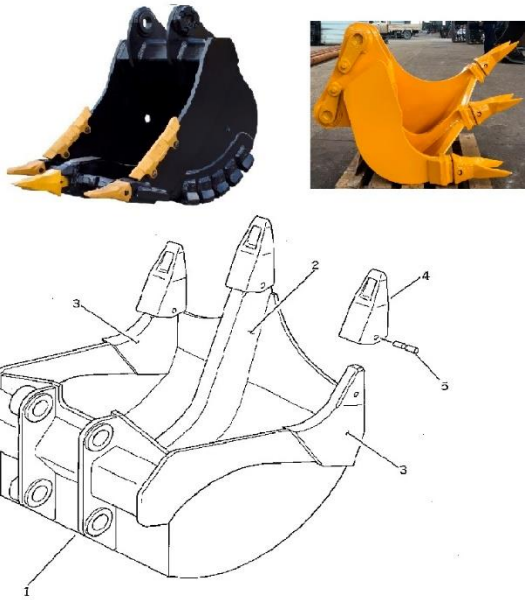

Рисунок 2 - Трехзубые ковши-рыхлители

1- ковш; 2 – стойка зуба; 3 – адаптер; 4 – сменный зуб; 5 – шплинт крепящий зуб.

Как отдельный подвид ковша-рыхлителя можно вынести усиленный ковш с двухстоечным рыхлителем [5] (рисунок 3).

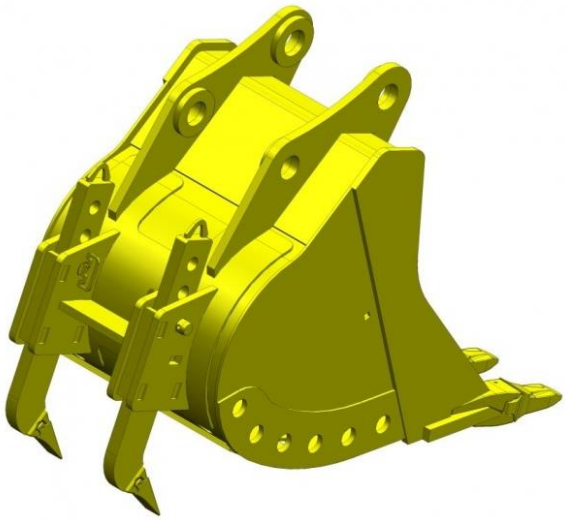

Рисунок 3 – Обратная лопата с двухстоечным рыхлителем

Захватно-клещевой рабочий орган может служить для перегрузки крупных грузов таких как валуны, бревна, а также для разработки мерзлых грунтов при работе на глубине, где мерзлый грунт переходит в талый. Возможность применения данного оборудования зависит от способности

зажать пласт мерзлой породы, то есть от его конструктивных размеров и величины промерзания грунта (рисунок 4).

Преимуществом данного оборудования является универсальность по отношению к перегружаемым материалам.

Недостатками такой конструкции являются: невозможность точного позиционирования места слома мерзлых пород; относительно низкая производительность; крупная фракция грунта после разработки (до 1 м).



Рисунок 4 – Захватно-клещевой рабочий орган

а - захватно-клещевой рабочий орган пассивного действия; б –захватно-клещевой рабочий орган активного действия

Клык-рыхлитель наиболее распространенный рабочий орган, применяемый при рыхлении не только мерзлых, но и прочных грунтов. Принцип действия основан на статическом разрушении. Большой параметрический ряд размеров позволяет использовать клык-рыхлитель с экскаваторами всех существующих размерных групп. Широкое распространение получил из-за простоты конструкции. В данный момент существуют несколько основных видов клыков-рыхлителей: цельнолитой рыхлитель (рисунок 5 а) и рыхлитель со сменными коронкой и футеровкой (рисунок 5 б,в).

В настоящее время широко используются рыхлители со сменными футеровками и коронками. Некоторые клыки-рыхлители, такие как представлены на рисунке 5 в, из-за высоко износостойких компонентов могут использоваться в так называемых виброрипперах (виброрыхлителях или гидравлических рыхлителях).

Преимущества: простота конструкции, исходя из этого распространенность и взаимозаменяемость комплектующих.

Недостатки: крупность фракции разработанного грунта; низкая производительность.

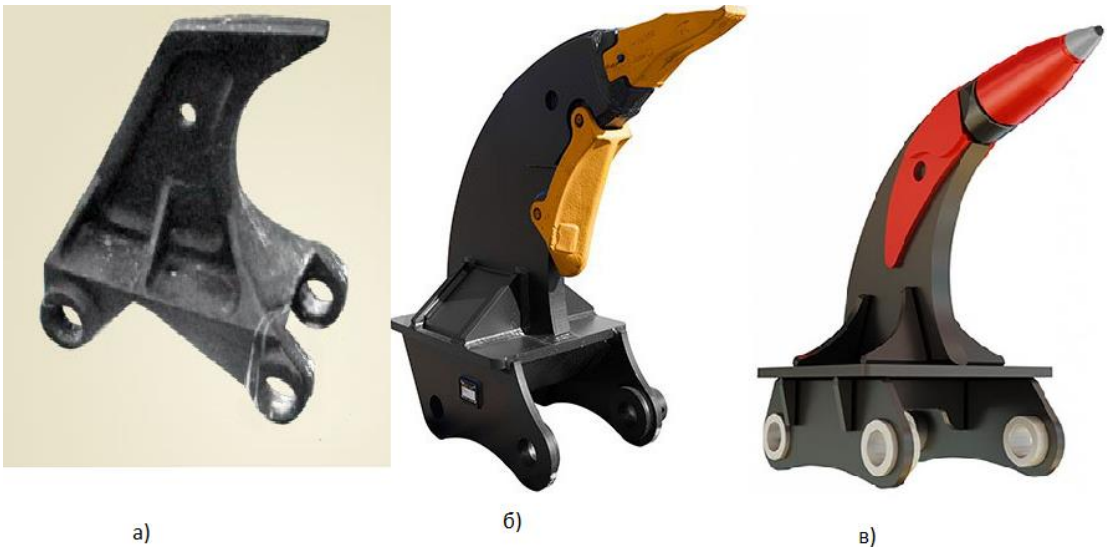

Рисунок 5 – Клык-рыхлители

а – цельнолитой; б,в – рыхлители со сменными коронками и футеровками

Гидромолот – универсальное рабочее оборудование, которое может применяться для рыхления мерзлых, прочных грунтов, снятия асфальтовых покрытий, разрушения фундаментов зданий и прочего. Может оборудоваться исполнительным органом в виде клина пики или трамбовки (рисунок 6). Приводятся в действие от гидросистемы базовой машины, что повышает эффективность использования мощности.

К преимуществам гидромолота относятся: эффективность и простота; возможность работы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, вращение вокруг оси под разными углами; в некоторых моделях – автоматическая регулировка частоты и силы удара.

Основным недостатком гидромолотов является высокая интенсивность передачи динамических нагрузок на окружающие объекты в непосредственной близости с местом разработки, базовую машину и оператора, в частности; разность фракции разработанного грунта; высокий уровень шума.

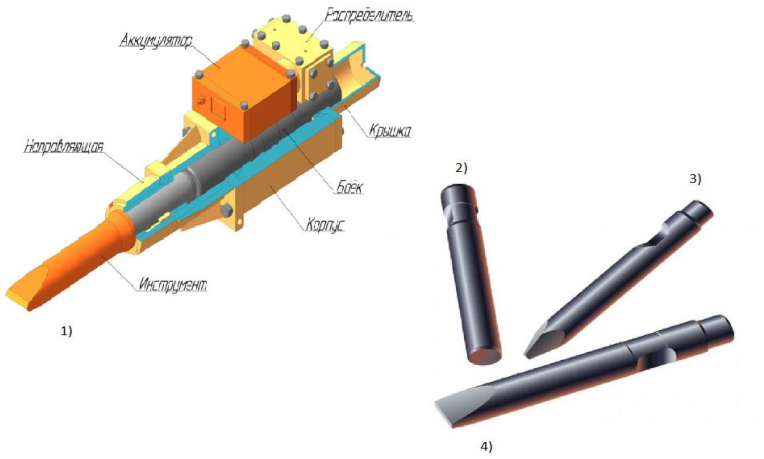

Рисунок 6 – Гидромолот со сменными инструментами:
1 – гидромолот; 2 – трамбовка; 3 – пика; 4 – клин.

Виброриппер, он же виброрыхлитель или гидравлический рыхлитель (рисунок 7), это сменное рабочее оборудование экскаватора, основанное на динамическом и статическом воздействии, сочетающее в себе преимущества гидромолота и клыка-рыхлителя. Может использоваться для рыхления мерзлых грунтов, съема асфальтобетонных покрытий, демонтажа зданий и сооружений.

Виброриппер в среднем в 3 раза более производителен чем гидромолот одной и той же размерной группы.

Основные преимущества виброриппера: низкий уровень шума по сравнению с гидромолотом; высокая износостойкость инструмента(клыка-рыхлителя); низкий уровень динамического воздействия на оператора и

базовую машину за счет использования демпфирующих устройств; малая эксплуатационная масса; низкий уровень передачи силового воздействия на окружающие разработку объекты.

Недостатки: дороговизна конструкции; быстрый износ демпфирующих устройств; крупная фракция мерзлого грунта после его рыхления, требовательность к гидроносителю.

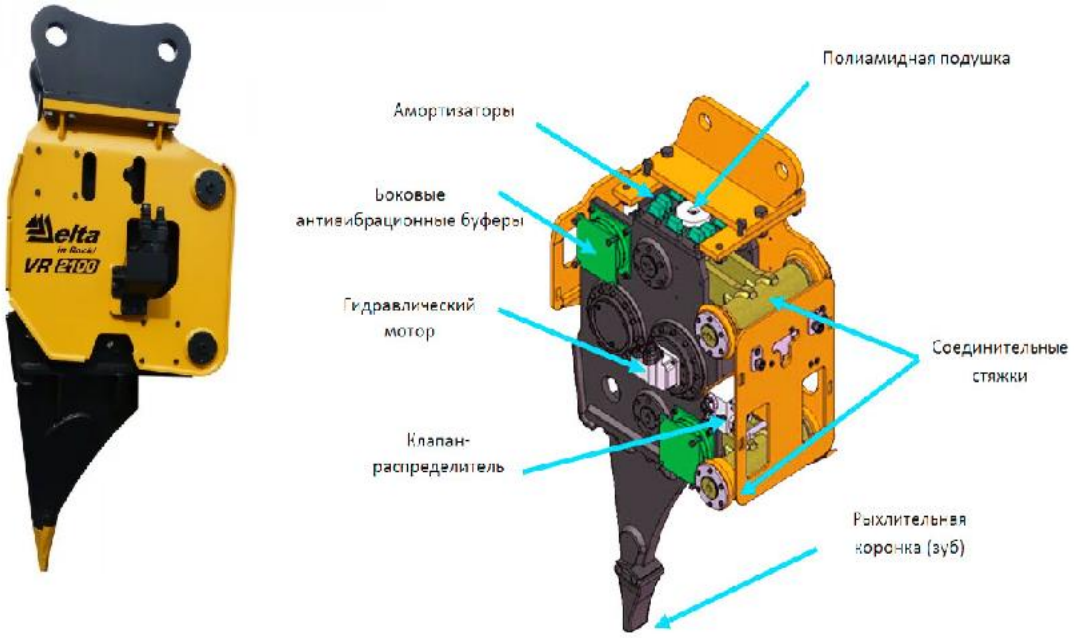

Рисунок 7 – Виброриппер

Всё вышеперечисленное оборудование имеет три существенных недостатка: недостаточную точность и аккуратность проведения работ, крупность фракции после разработки грунта, негативное воздействие на окружающие объекты. Эти недостатки устранены в таком оборудовании, как роторные проходческие фрезы (рисунок 8), устанавливаемые на одноковшовые гидравлические экскаваторы различных типоразмеров.

Роторные фрезы можно подразделить на три основные группы: однобарабанные, двухбарабанные и дисковые. Однобарабанные фрезы (рисунок 8,1) не получили широкого распространения, связано это с конструктивными особенностями, при которых возможно лишь профилирование поверхностей или рыхление верхних слоев грунтов.

Дисковые (рисунок 8,2) могут применяться при нарезании блоков мерзлых грунтов с последующей их экскавацией и при разрушении железобетонных объектов с толщиной арматуры до 16 мм. Роторная двухбарабанная проходческая фреза (рисунок 8, 3) (далее – фреза) служит для послойной разработки как мерзлого, так и обычных грунтов различной крепости, при строительстве тоннелей, отрывке траншей, отрывке корыт под внутриквартальные дороги, создания выемок для прокладки трубопроводов и кабелей, а также может служить для разрушения бетонных изделий, планирования ландшафта, разрушения пней деревьев профилирования асфальтобетонных покрытий с последующей экскавацией материала.



Рисунок 8 – Виды ротационных фрез

1 – Ротационная однобарабанная фреза; 2 – ротационная дисковая фреза; 3 – ротационная двухбарабанная фреза

В зависимости от конструкции, предлагаемой производителем, роторные проходческие фрезы могут оснащаться ротатором, для более точного позиционирования самой фрезы по отношению к разрабатываемой поверхности, что обеспечивает меньший износ коронок и меньшую нагрузку, действующую на рабочее оборудование в целом.

Преимущества фрез: широкий размерный ряд; возможность точного позиционирования; широкий спектр применения; легкость в обслуживании; измельчение разрабатываемого мерзлого грунта, позволяющее произвести обратную засыпку; низкий уровень шума и вибрации.

Недостатки: большое количество изнашиваемых деталей; большая первоначальная стоимость, высокая требовательность к гидроносителю.

Литература

1. Вавилов А. В., Леонович И. И., Максименко А. Н., Шкрадюк Л. С., Щемелев А. М. Дорожно-строительные машины. – Минск: Технопринт, 2000. – 515 с.
2. Машины для земляных работ: Учебник / Гаркави Н.Г; Арниченков В.И; Карпов В.В. и др., М.: Высшая школа, 1982.
3. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. Учебное пособие. - Москва: Высшая школа, 1973. - 448 с.
4. Галаева Н. Л. Анализ существующих методов сноса зданий в стесненных условиях городской застройки // Сборник материалов международных научно-практических конференций. Под редакцией Коротких А.А. 2018. – М.: ИП Коротких А. А., 2018. – С. 287-290.
5. Пат. RU 180462 U1 Россия. Рыхлительное оборудование одноковшового экскаватора / С.В. Репин; Р.Ю. Миронюк; С.М. Грушецкий; Д.С. Орлов. Опубл. 14.06.2018

Literature

1. Vavilov A.V., Leonovich I. I., Maksimenko A. N., Shkradyuk L. S., Shchemelev a.m. Road construction machines. - Minsk: Technoprint, 2000. - 515 p.
2. Machines for earthworks: Textbook / Garkavi N. G; Arnichenkov V. I; Karpov V. V. et al., M.: Higher school, 1982.
3. Tsytovich N. A. Mechanics of frozen soils. Textbook. - Moscow: Higher school, 1973. - 448 p.
4. Galaeva N. L. Analysis of existing methods of demolition of buildings in the constrained conditions of city building // Collection of materials of international scientific and practical conferences. Edited by Korotkov A. A. 2018. - Moscow: IP Korotkov A. A., 2018. - Pp. 287-290.
5. Pat. RU 180462 U1 Russia. Ripping equipment of a single-bucket excavator / S. V. Repin; R. Yu. Mironyuk; S. M. Grushetsky; D. S. Orlov. Publ. 14.06.2018