

УДК 621.643.2;624,13;620.17(088.8)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ САМОДВИЖУЩИХСЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПНЕВМОПРОБОЙНИКОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ СКВАЖИН В ГРУНТЕ

**В.К. Передерей, ст. преп.,
Кировоградский национальный технический университет**

Аннотация. Приведены конструкции самодвижущегося пневмопробойника с газовой смазкой для образования скважин в грунте и стопорного механизма к нему. Указаны их преимущества по сравнению с существующими конструкциями. Их применение позволяет увеличить производительность пневмопробойников.

Ключевые слова: пневмопробойник, грунт, скважина, газовая смазка, стопорный механизм, давление воздуха.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ САМОРУШНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПНЕВМОПРОБІЙНИКІВ ДЛЯ УТВОРЕННЯ СВЕРДЛОВИН У ГРУНТІ

**В.К. Передерій, ст. викл.,
Кіровоградський національний технічний університет**

Анотація. Приведено конструкції саморушного пневмопробійника з газовим мастилом для утворення свердловин у ґрунті та стопорного механізму до нього. Вказано їх переваги у порівнянні з відомими конструкціями. Їх застосування дозволяє збільшити продуктивність пневмопробійників.

Ключові слова: пневмопробійник, ґрунт, свердловина, газове мастило, стопорний механізм, тиск повітря.

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPING SELF-MOVING BUILDING PNEUMATIC DRIFTS FOR MAKING WELLS IN THE GROUND

**V. Perederey, Asst. Prof.,
Kirovograd National Technical University**

Abstract. The configurations of self-moving pneumatic drift with the gas lubrication for making wells in the ground and the locking mechanism to it is presented. Their advantages compared to the existing configurations are mentioned. Their usage allows to increase the productivity of pneumatic drifts.

Key words: pneumatic drift, well, ground, gas lubrication, locking mechanism, air pressure.

Введение

Наиболее перспективным средством механизации работ при бестраншейном способе прокладки инжекторных коммуникаций являются самодвижущиеся пневмопробойники конструкции Института горного дела Сибирского отделения Российской Академии Наук (ИГД СО РАН) [1], главное технологическое назначение которых – пробивание горизон-

тальных и наклонных сквозных и глухих скважин в грунте. Дальнейшее совершенствование их конструкций и улучшение технических показателей является весьма актуальной задачей. Прежде всего необходимо увеличить скорость движения пневмопробойников, от которой зависит их производительность – основной показатель, определяющий эффективность применения механизма.

Анализ публикаций

Анализ патентных материалов и технической литературы позволил выявить основные методы повышения скорости пневмопробойников.

Увеличение скорости пневмопробойников возможно за счет повышения энергии и частоты ударов и, следовательно, ударной мощности. Энергия и частота ударов, при прочих равных условиях, тем больше, чем выше давление воздуха в сети. Однако возможность улучшения этих показателей путем повышения рабочего давления ограничена из-за отсутствия в строительных организациях компрессоров высокого давления.

Увеличение энергии ударов можно осуществить за счет увеличения массы ударника без увеличения скорости соударения или за счет увеличения скорости соударения при неизменной массе ударника. В первом случае, чтобы масса машины осталась неизменной, второстепенные детали необходимо изготавливать из более легких материалов. Во втором случае при традиционной схеме пневмопробойника необходимо обеспечить рациональную, с точки зрения прочности, конструкцию ударника.

Повышение ударной мощности достигается путем применения буферного цикла и новых схем воздухораспределения [2–4]. В конструкции пневмопробойников типа «Grundomat» (фирма «Tracto Technik Paul Schmidt», Германия) повышение скорости проходки скважин достигается путем лучшего использования ударной мощности за счет подвижного и подпружиненного относительно корпуса ударного лидера [1]. Аналогичное конструктивное выполнение имеют пневмопробойники фирмы «Тетта» (Швейцария).

Увеличение скорости пневмопробойника может быть достигнуто снижением сопротивления грунта проколу вследствие уменьшения внешнего трения грунта нагревом поверхности машины электрическим током [5] и применением электроосмоса [6]. Однако такие конструкции не работоспособны, так как за счет трения пневмопробойник движется в грунте. Перспективным направлением в развитии самодвижущихся пневмопробойников может быть применение газовой смазки, при которой в зону трения грунта с

поверхностью пневмопробойника осуществляется пульсирующая подача сжатого воздуха.

Особенности процесса взаимодействия пневмопробойника с грунтом и принципа работы значительно снижают его скорость из-за действия упругих сил грунта и реактивной силы отдачи. Устранить этот недостаток можно применением стопорного механизма к пневмопробойнику, исключающего обратное движение пневмопробойника из скважины.

Известна конструкция стопорного механизма в виде неуправляемых подпружиненных лап (а.с. СССР № 313941, Е02F5/18). Недостатком такой конструкции является то, что при извлечении пневмопробойника из скважины происходит его заклинивание – его невозможно извлечь из нее без поломки и разрушения самой скважины. Пневматический стопорный механизм [7] снижает скорость движения пневмопробойника, так как удерживающие пневмопробойник в скважине стопорные элементы постоянно находятся под действием сжатого воздуха и создают дополнительное сопротивление движению пневмопробойника в грунте. Таким образом, другим перспективным направлением в развитии самодвижущихся пневмопробойников может быть разработка надежных и эффективных конструкций стопорных механизмов к ним.

Цель и постановка задачи

Целью работы является рассмотрение новых конструкций пневмопробойников на основании намеченных перспективных направлений развития самодвижущихся пневмопробойников показать новые конструкции пневмопробойников с газовой смазкой и стопорным механизмом, описать принцип их работы; привести формулы для определения опережения впуска воздуха для смазки, повышающего эффективность пневмопробойника, и для определения увеличения перемещения пневмопробойника со стопорным механизмом в сравнении с традиционным.

Новые конструкции самодвижущихся строительных пневмопробойников

Для реализации эффекта газовой смазки в самодвижущемся пневмопробой-

нике были разработаны конструкции [8, 9], в которых осуществляется пульсирующая подача сжатого воздуха в зону трения грунта с поверхностью пневмопробойника. Такая подача сжатого воздуха не уменьшает силы трения между наружной поверхностью корпуса и стенками скважины, за счет которой пневмопробойник удерживается от перемещения в обратном направлении, в период действия сил отдачи и упругих сил грунта.

Недостатком этих конструкций является то, что они не обеспечивают полную эффективность применения газовой смазки, которая будет зависеть от давления воздуха в кольцевой камере, из-за малого времени сообщения кольцевой и камеры прямого хода. Поэтому выпуск воздуха в кольцевую камеру должен начинаться с некоторым опережением до момента удара ударника о переднюю часть корпуса.

Разработанные конструкции [10, 11] лишены этого недостатка. Пневмопробойник (рис. 1) состоит из корпуса 1, на котором закреплен кожух 2, ударник 3 и патрубок 4. В торец кожуха ввинчена гайка 5. Ударник 3 с корпусом 1 образуют камеру 6 обратного хода, а с патрубком 4 – камеру 7 прямого хода. Боковая поверхность корпуса 1, внутренняя поверхность кожуха 2 и торец гайки 5 образуют кольцевую камеру 8. На конической поверхности кожуха выполнены отверстия 9. В передней части кожуха установлен конус 10, образующий с конической поверхностью кожуха зазор 11. В корпусе 11 выполнены радиальные каналы 12.

Ударник 3 на боковой поверхности имеет окна 13, а на его направляющем пояске просверлены радиальные каналы 14. На внутренней и наружной поверхностях направляющего пояска по краям каналов 14 выполнены продольные канавки 15. Патрубок 4 выполнен с радиальными отверстиями 16 и окнами 17. Окна 13 ударника и патрубка 17 расположены на одной горизонтальной оси, смещены относительно радиальных канавок 14 ударника и не сообщаются с ними. В гайке 5 просверлены каналы 18 для выхлопа воздуха в атмосферу. В передней части корпуса 1 закреплена наковальня 19.

Устройство работает следующим образом. При расположении ударника в крайнем правом положении начинается его рабочий ход

(рис. 1, а). Сжатый воздух подается по патрубку 4 в камеру 7, окна 13 перекрыты боковой поверхностью патрубка. Давление в камере 7 прямого хода повышается, вследствие чего ударник 3 начинает двигаться вперед. Устройство удерживается в грунте за счет сил трения грунта о боковую поверхность кожуха 2. В некоторый момент времени, до удара ударника о наковальню 19 корпуса 1, радиальные отверстия 16 патрубка совмещаются с передними кромками продольных канавок 15 на внутренней поверхности ударника 3 (рис. 1, б). Начинается выпуск воздуха в кольцевую камеру 8 через радиальные каналы 14, продольные канавки 15 на наружной поверхности ударника и радиальные каналы в корпусе 1. Длительность выпуска воздуха до удара определяется длиной продольных канавок 15. Давление в кольцевой камере повышается.

Затем ударник 3 наносит удар по наковальне корпуса 1, внедряя устройство в грунт, а воздух из кольцевой камеры 8 через отверстия 9 и зазор 11, образованный конусом 10 с конической поверхностью кожуха 2, с большой скоростью начинает поступать на коническую и наружную поверхности кожуха, уменьшая трение грунта.

Начинается обратный ход ударника. Сжатый воздух из камеры 7 через окна 13 ударника поступает в камеру обратного хода 6, действуя на всю торцевую площадь ударника 3. Так как торцевая площадь ударника со стороны камеры 6 значительно больше, чем со стороны камеры 7, ударник движется назад. При этом прекращается подача воздуха для смазки наружной поверхности кожуха, так как радиальные отверстия 16 патрубка перекрываются внутренней боковой поверхностью ударника. В некоторый момент времени окна 13 ударника перекрываются боковой поверхностью патрубка 4 и поступление сжатого воздуха в камеру 6 прекращается. Далее ударник 3 движется за счет расширения воздуха в камере 6 и за счет собственной инерции.

При дальнейшем движении ударника его окна 13 совмещаются с окнами 17 патрубка 4, и происходит выхлоп воздуха из камеры 6 через окна 13, 17 и каналы 18 в атмосферу. Ударник останавливается давлением сжатого воздуха в камере 7, не нанося удара по гайке 5. Затем цикл повторяется.

В отличие от рассмотренной конструкции пневмопробойника с общим подводом сжатого воздуха, в пневмопробойнике на рис. 2 сжатый воздух подается в камеры прямого хода 1 и кольцевую 2 по отдельным шлангам 3 и 4.

В передней части корпуса установлена наковальня 5 с конусом 6. На наковальне между конусом и конической поверхностью кожуха размещен клапан 7 с пружиной сжатия 8.

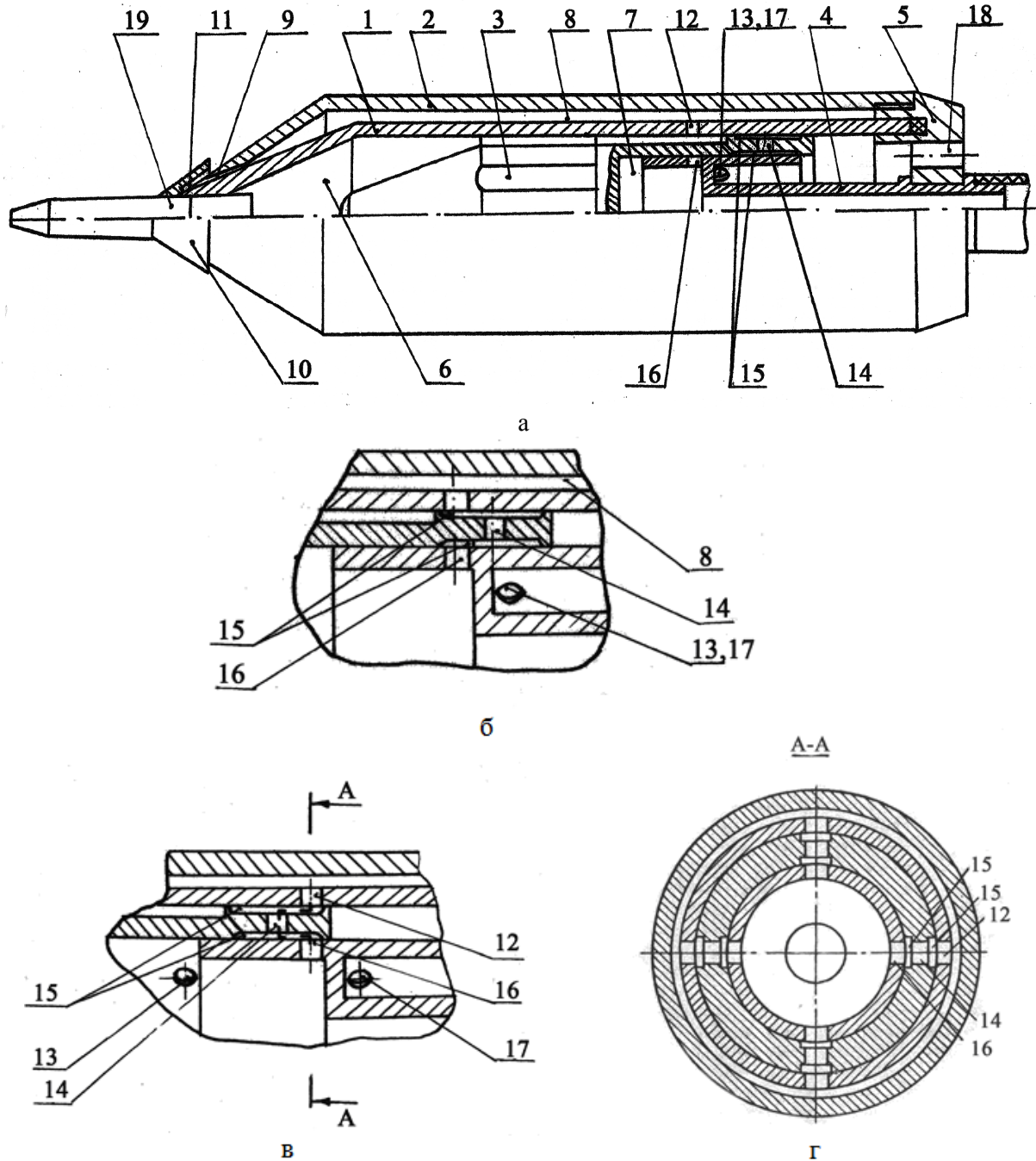


Рис. 1. Устройство ударного действия для образования скважин в грунте (конструкция ХАДИ): а – схема устройства; б – положение ударника в момент начала впуска воздуха в кольцевую камеру; в – положение ударника в конце прямого хода (момент удара); г – сечение А-А: 1 – корпус; 2 – кожух; 3 – ударник; 4 – патрубок; 5 – гайка; 6 – камера обратного хода; 7 – камера прямого хода; 8 – кольцевая камера; 9 – отверстия; 10 – конус; 11 – зазор; 12 – радиальные каналы; 13 – окна; 14 – радиальные каналы; 15 – продольные канавки; 16 – радиальные отверстия; 17 – окна; 18 – каналы; 19 – наковальня

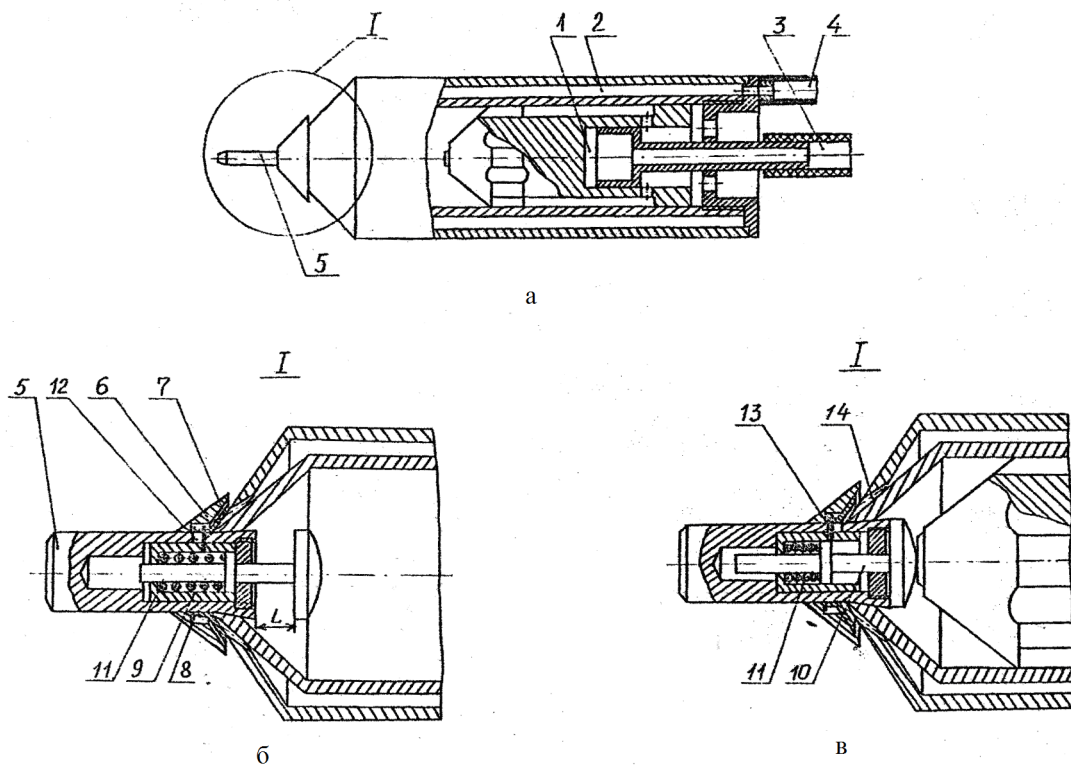


Рис. 2. Устройство ударного действия для образования скважин в грунте (конструкция КИСМ): а – схема устройства; б – передняя часть устройства до удара ударника о наковальню; в – передняя часть устройства во время удара: 1 – камера прямого хода; 2 – кольцевая камера; 3, 4 – шланги; 5 – наковальня; б – конус; 7 – клапан; 8 – пружина; 9 – стакан; 10 – шток; 11 – пружина; 12 – радиальный паз; 13 – штифт; 14 – отверстия

Внутри наковальни установлен стакан 9 с вмонтированными в него штоком 10 и пружиной сжатия 11, жесткость которой больше жесткости пружины 8. В наковальне выполнен сквозной радиальный паз 12, в который входит штифт 13, соединяющий стакан с клапаном (последние могут совместно перемещаться в осевом направлении). Шток выступает за торец наковальни на величину L для опережения впуска воздуха для смазки из камеры 2.

При прямом ходе ударник действует на шток и с помощью пружины 11 перемещает стакан с клапаном, сжимая пружину 8. При этом открываются отверстия 14, и в образовавшийся зазор, а затем на коническую поверхность кожуха из кольцевой камеры начинает поступать сжатый воздух.

После упора стакана 9 во внутренний торец наковальни ударник перемещает шток, сжимая пружину 11, и затем наносит удар по наковальне – пневмопробойник начинает внедряться в грунт.

При обратном ходе ударника пружина 11 разжимается до свободного состояния и перемещает шток вправо. После этого разжимается пружина 8 и отводит клапан 7 назад, закрывая отверстия 14 и прекращая поступление сжатого воздуха из кольцевой камеры. Одновременно в исходное положение перемещаются стакан, пружина 11 и шток.

По результатам сопоставительного анализа можно предположить, что наиболее эффективной будет вторая конструкция, так как в первой из-за отвода части воздуха на смазку снижается кинетическая энергия ударника и, соответственно, ударная мощность и скорость пневмопробойника.

Величина опережения впуска воздуха (а для второй конструкции она определяется расстоянием L) будет зависеть от объема кольцевой камеры, давления воздуха в ней и диаметра пропускных отверстий и может быть определена в безразмерной форме по формуле [12]

$$Z_{\text{вп}} = Z_0 - \left\{ 1 - \sin \left[\frac{\tau_{\text{вп}}}{\sqrt{2 \cdot (1 + Z_0)}} + \arcsin \left(1 - \frac{\gamma \cdot Z_0}{\psi \rho_2 \cdot (1 + Z_0)} \right) \right] \right\} \cdot \frac{\psi \rho_2 \cdot (1 + Z_0)}{\gamma}, \quad (1)$$

где $Z_0, \rho_2, \tau_{\text{вп}}, \psi$ – безразмерные коэффициенты; $\gamma = 1,2$ – показатель политропы.

Действительное значение опережения впуска воздуха $X_{\text{вп}}$ определяется переходом от безразмерной формы

$$X_{\text{вп}} = \frac{Z_{\text{вп}} \cdot W_0}{S_1}, \quad (2)$$

где W_0 – объем камеры обратного хода при крайнем переднем положении ударника; S_1 – рабочая площадь ударника со стороны камеры обратного хода.

При проектировании стопорных механизмов к пневмопробойнику рассматривались два варианта механизма их управления при отводе стопорящих элементов от стенки скважины – механический (тросовый) и пневматический.

Конструкция стопорного механизма с механическим управлением распорными лапами посредством троса, приведенная в работе [13], не обеспечивает достаточной надежности срабатывания захватов на расстоянии 40–50 м от находящегося в скважине пневмопробойника, особенно при изношенных деталях исполнительных механизмов такой системы управления.

Этот недостаток устранен в конструкциях [14, 15], в которых трос соединен не с распорными лапами, а с защелкой, освобождающей силовой элемент – пружину или постоянные магниты с одноименными полюсами, которые отводят тормозные башмаки от стенки скважины для извлечения пневмопробойника из нее. Недостаток этих конструкций заключается в том, что тормозные башмаки постоянно прижаты к стенкам скважины при ее формировании и создают дополнительное сопротивление движению пневмопробойника в грунте, а механизм управления приводится в действие оператором.

В конструкции [16] исключен механизм управления тормозными башмаками, функ-

ция которого выполняется автоматически изменением давления воздуха в камере рабочего хода.

Пневмопробойник (рис. 3) состоит из корпуса 1, ступенчатого ударника 2, воздухораспределительного патрубка 3 и гайки 4. Патрубок выполнен с окнами 5 и направляющим пояском 6 и имеет воздухораспределительные кромки 7 и 8. Передняя часть ударника 2 и корпус 1 образуют рабочую камеру холостого хода 9. Передняя ступень 10 патрубка 3 входит во внутреннюю полость ударника 2 и образует камеру рабочего хода 11. Гайка 4, хвостовая часть корпуса 1, патрубок 3 и торец ударника 2 образуют камеру выхлопа 12, которая постоянно сообщена с атмосферой сквозными каналами 13, которые выполнены в торце гайки. За пневмопробойником на патрубке 3 смонтированы четыре стопорных механизма 14.

Стопорный механизм состоит из двух коаксиально расположенных стаканов – внешнего 15 и внутреннего 16 с общим основанием 17. Высота внутреннего стакана меньше высоты внешнего. Между стенками стаканов образована кольцевая полость 18. Во внутреннем стакане 16 расположен поршень 19 со штоком 20 и тормозным башмаком 21 на конце штока. В штоковой полости стакана установлена пружина 22. Поршень, стенка стакана 16 и патрубок 3 образуют камеру 23.

В стенке стакана 15 выполнено отверстие 24, в котором закреплен один конец сильфона 25, а другой его конец – в одном из сквозных каналов 26, которые выполнены в торце гайки 4.

В вертикальной стенке передней ступени 10 воздухораспределительного патрубка 3 выполнены отверстия 27. Между передней ступенью 10 воздухораспределительного патрубка и гайкой 4 расположены сильфоны 28, концы которых закреплены в отверстиях 27 и каналах 26.

Пневмопробойник работает следующим образом. Сжатый воздух подается по патрубку

3 в камеру 11 и через окна 5 поступает из неё в камеру 9. Давление в камере 12 постоянно и равно атмосферному. Таким образом, сжатый воздух со стороны камеры 9 действует

на всю торцевую площадь ударника 2, а со стороны задней части пневмопробойника – только на его меньшую ступень.

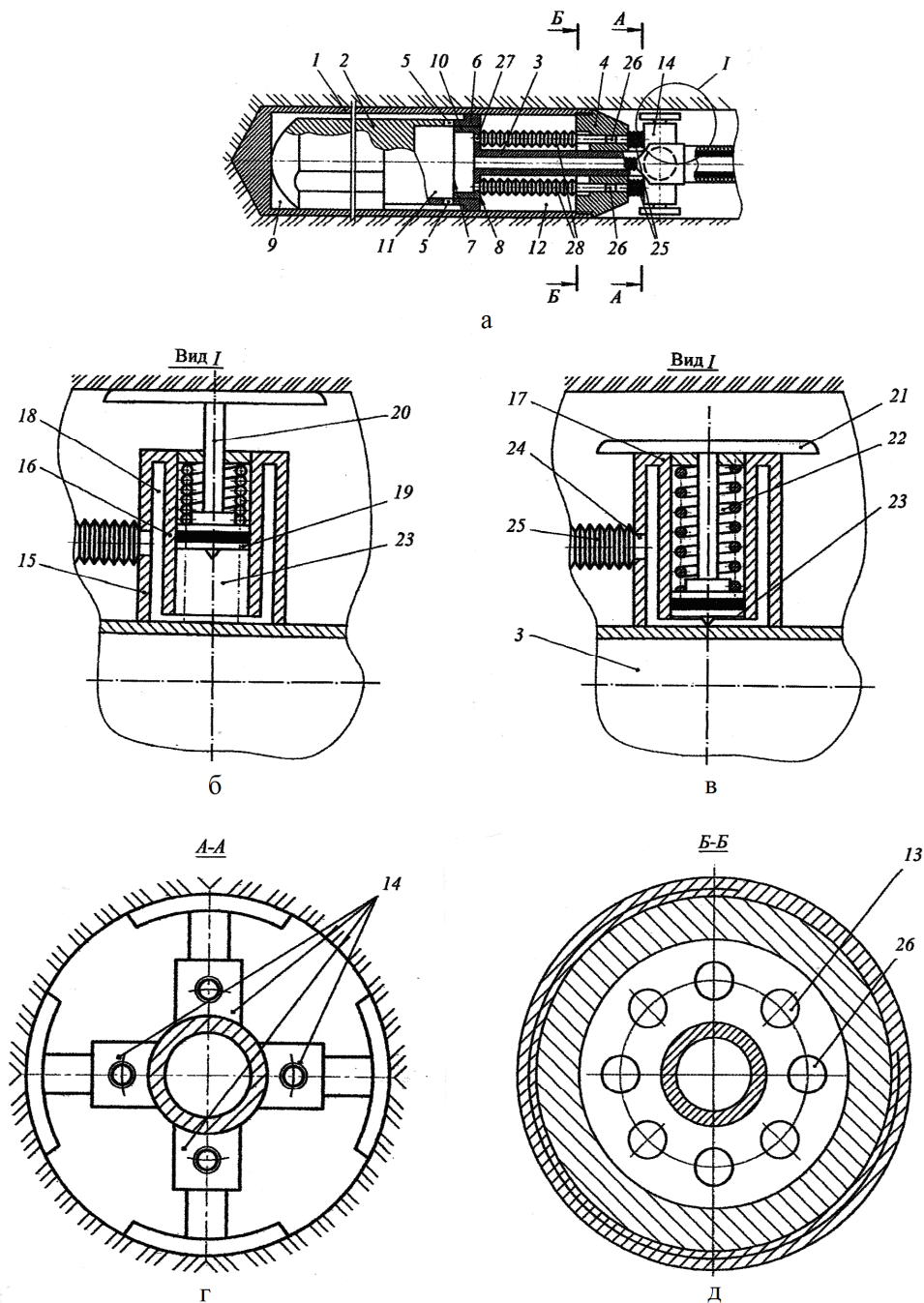


Рис. 3. Самодвижущийся пневмопробойник с пневматической системой управления стопорным механизмом: а – принципиальная схема; б – положение стопорного механизма при разгоне ударника; в – положение стопорного механизма при выходе пневмопробойника из скважины; г – сечение А-А; д – сечение Б-Б; 1 – корпус; 2 – ступенчатый ударник; 3 – патрубок; 4 – гайка; 5 – окна; 6 – направляющий пояс; 7, 8 – воздухораспределительные кромки; 9 – рабочая камера холостого хода; 10 – передняя ступень патрубка; 11 – камера рабочего хода; 12 – камера отвода отработавшего воздуха; 13 – каналы; 14 – стопорные механизмы; 15 – внешний стакан; 16 – внутренний стакан; 17 – основание стаканов; 18 – кольцевая полость; 19 – поршень; 20 – шток; 21 – тормозные башмаки; 22 – пружина; 23 – камера; 24 – отверстие; 25, 28 – сильфоны; 26 – сквозные каналы; 27 – отверстия

Вследствие этого ударник начинает двигаться назад (на рис. 3, а – вправо). При этом окна 5 перекрываются кромкой 7 патрубков 3, и поступление сжатого воздуха в камеру 9 прекращается. Далее ударник 2 движется за счет расширения воздуха в камере 9 и за счет собственной инерции.

При дальнейшем движении ударника окна 5 выходят за кромку 8 – происходит выхлоп сжатого воздуха из камеры 9 через окна 5 в камеру 11 и каналы 13 в атмосферу. При этом давление в камере рабочего хода 11 повышается до сетевого давления воздуха, который подается от компрессора к пневмопробойнику. Сила отдачи, которая возникает, будет стремиться двигать пневмопробойник в направлении из скважины (особенно при работе в грунтах разной плотности и влажности, когда коэффициент трения грунта о корпус пневмопробойника значительно уменьшается).

Через отверстия 27, сильфоны 28, каналы 26 и сильфоны 25 сжатый воздух из камеры рабочего хода через отверстия 24 во внешних стаканах стопорных механизмов попадает в кольцевые полости 18 и камеры 23 и действует на поверхность поршней 19. Вследствие этого поршни начинают двигаться вверх, сжимая пружины 22 и прижимая тормозные башмаки 21 к стенкам скважины, удерживая пневмопробойник в ней.

Ударник 2 останавливается давлением сжатого воздуха в камере 11, не совершая ударов по гайке 4, и начинает двигаться вперед (на рис. 3, а – влево). Окна 5 снова перекрываются кромкой 8, и давление воздуха в камере 11 остается равным сетевому. На пневмопробойник продолжает действовать сила отдачи, а тормозные башмаки прижаты к стенкам скважины. Когда окна 5 выйдут за кромку 7, сжатый воздух из камеры 11 снова будет поступать в камеру 9. Давление воздуха в камере 11 уменьшится, пружины 22 будут действовать на поршни 19, перемещать их вниз и отводить тормозные башмаки 21 от стенки скважины. Ударник 2 будет двигаться по инерции и совершать удар по корпусу 1. Пневмопробойник начинает внедряться в грунт, образуя скважину, а стопорный механизм 14 не препятствует его движению. Далее цикл повторяется.

Применение стопорных механизмов в пневмопробойниках позволит увеличить их пере-

мещение за удар на величину, определяемую по формуле [17]

$$\Delta S_2 = \frac{F_{отд} - F_{тр}}{m_k} \cdot \left[t_c + \frac{t_p}{2} \right] \cdot t_p, \quad (3)$$

где $F_{отд}$ – реактивная сила отдачи; $F_{тр}$ – равнодействующая сил трения грунта о цилиндрическую часть корпуса; m_k – масса корпуса; t_p – время движения пневмопробойника при разгоне ударника; t_c – время движения пневмопробойника в момент соударения ударника с наковальной корпуса.

Выводы

Перспективным направлением в развитии самодвижущихся строительных пневмопробойников может быть применение эффекта газовой смазки и стопорного механизма. Первое направление позволяет увеличить скорость движения пневмопробойника за счет снижения сопротивления грунта проколу, второе – за счет предотвращения обратного хода ударника из скважины под действием упругих сил грунта и силы отдачи. Разработаны новые конструкции пневмопробойников. Получены формулы для определения параметров, обеспечивающих наибольшую эффективность пневмопробойника от применения эффекта газовой смазки и стопорного механизма.

Литература

1. Костылев А.Д. Пневмопробойники и машины для забивания в грунт легких строительных элементов / А.Д. Костылев, К.С. Гурков, Б.Н. Смоляницкий. – Новосибирск: Наука, 1980. – 48 с.
2. Костылев А.Д. О повышении технического уровня и качества пневмопробойников / А.Д. Костылев, К.С. Гурков, В.В. Климашко и др. // Строительные и дорожные машины. – 1991. – №1. – С. 10–13.
3. Тупицын К.К. Исследование рабочего цикла пневмопробойников / К.К. Тупицын, Н.П. Чепурной, К.Б. Скачков и др. // Строительные и дорожные машины. – 1983. – №3. – С. 24–25.
4. Тупицын К.К. Исследование рабочего цикла пневмопробойников / К.К. Тупицын, А.Д. Костылев, К.С. Гурков // Физико-технические проблемы разработки

- полезных ископаемых. – 1969. – №4. – С. 67–72.
5. А.с. № 332180 СССР, МКИ Е21В 11/02. Пневматическое устройство ударного действия для образования скважин в мерзлом грунте / А.Е. Баборькин, Г.И. Лазовский. – №1450937/29-14; заявл. 20.06.70; опубл. 14.03.72, Бюл. №10.
 6. А.с. № 333258 СССР, МКИ Е 02F 5/18. Пневматическое устройство ударного действия для образования скважин в грунте / Е.А. Степанов. – №1323719/29-14; заявл. 15.03.72; опубл. 21.03.72, Бюл. № 11.
 7. А.с. № 505774 СССР, МКИ Е 02F 5/18. Пробойник для образования скважин в грунте / И.С. Полтавцев, М.Б. Спектор. – № 1254565/29-14; заявл. 01.07.1968; опубл. 05.03.76, Бюл. №9.
 8. А.с. № 1099016 СССР, МКИ Е 02F 5/18. Устройство ударного действия для образования скважин в грунте / А.М. Холодов, В.В. Ничке, В.К. Передерей, И.Г. Кириченко. – № 3555051/29-03; заявл. 22.02.84; опубл. 23.06.84, Бюл. №23.
 9. А.с. № 1148944 СССР, МКИ Е 02F 5/18. Устройство ударного действия для образования скважин в грунте / А.М. Холодов, В.В. Ничке, В.К. Передерей, И.Г. Кириченко. – № 1099016; заявл. 8.12.84; опубл. 07.04.85, Бюл. №13.
 10. А.с. № 1272776 СССР, МКИ Е 02F 5/18. Устройство ударного действия для образования скважин в грунте / А.М. Холодов, В.К. Передерей. – № 1098013; заявл. 22.07.86; опубл. 05.11.87, Бюл. 11.
 11. А.с. № 1630351 СССР, МКИ Е 02F 5/18. Устройство ударного действия для образования скважин в грунте / В.К. Передерей. – № 1098015; заявл. 22.10.90; опубл. 05.08.91, Бюл. 5.
 12. Передерей В.К. Разработка самодвижущихся пневмопробойников с газовой смазкой / В.К. Передерей // Строительные и дорожные машины. – 2015. – №4. – С. 22–27.
 13. Пат. 27791 Україна МПК Е 02F 5/18. Пристрій ударної дії для утворення свердловин у ґрунті / Передерій В.К.; заявл. та патентовл. Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. – № 93006122; заявл. 03.03.1993; опубл. 16.10.2000, Бюл. №5.
 14. Пат. 59342 Україна МПК Е 02F 5/16. Пристрій ударної дії для утворення свердловин у ґрунті / Передерій В.К.; заявл. та патентовл. Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. – № 201012968; заявл. 01.11.2010, Опубл. 10.05.2011, Бюл. №9.
 15. Пат. 65266 Україна МПК Е 02F 5/18. Пристрій ударної дії для утворення свердловин у ґрунті / Передерій В.К.; заявл. та патентовл. Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. – № 201107980; заявл. 24.06.2011; опубл. 25.11.2011, Бюл. №22.
 16. Пат. 63439 Україна МПК Е 02F 5/18. Пристрій ударної дії для утворення свердловин у ґрунті / Передерій В.К.; заявл. та патентовл. Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. – № 201102759; заявл. 09.03.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. №19.
 17. Передерей В.К. Строительный самодвижущийся пневмопробойник со стопорным механизмом / В.К. Передерей // Приволжский научный вестник. – 2015. – №1 (41). – С. 45–50.
- Рецензент: Н.Д. Каслин, профессор, к.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 17 мая 2016 г.
-