

История скрепера

Во второй половине XIX в. был создан колесный грейдер с управляемым отвалом, который мог устанавливаться под углом к направлению движения для перемещения срезанного грунта в сторону.

Усовершенствование ползункового скрепера, получившего распространение в конце XIX в., шло по линии улучшения его формы, облегчающей управление ковшом так, чтобы по мере наполнения скрепер под действием силы тяжести грунта ковш углублялся и на салазках, являвшихся продолжением зубьев, скользил к месту разгрузки. На разгрузке рабочий подъемом ручек вызывал врезание скрепера в грунт и опрокидывание его ручками вперед. Обращает внимание рациональная форма полукруглой ступенчатой режущей кромки, снабженной плоскими зубьями с закругленной кромкой), благодаря которой, очевидно, достигалось хорошее врезание и плавное возрастание усилия при заглублении, а также уменьшалась величина усилия.

Тяга скрепера осуществлялась обычно двумя, реже четырьмя лошадьми, что давало возможность получить емкость скрепера соответственно 0,08-0,2 м³. Такие скреперы применялись при разработке неглубоких выемок и сооружении невысоких насыпей, особенно при линейных работах. При дальности перемещения грунта 15-50 м и высоте подъема до 2 м в грунтах I-III групп производительность скрепера емкостью 0,12 м³ составляла соответственно от 8 до 2 м³ в час. До разработки грунты II-III групп подвергались рыхлению плугами.

Средняя производительность рабочего с учетом рыхления составляла 5-6 м³ грунта в смену, что в 2-2,5 раза превышало производительность работы вручную в данных условиях.

У нас массовое применение конные скреперы получили на строительстве Туркестано-Сибирской дороги (1928 г.), Башжелдорстрое и на других объектах. Использование трактора позволило увеличить дальность возки до 100 м, а емкость до 0,75 м³ при тракторе мощностью 22 квт (30 л. с.) и до 1,25 м³ при ТРАКТОРЕ 36,7 квт (50 л. с.).

В 1875 г. был создан первый грейдер-элеватор с конной тягой и механизированным ручным управлением. Машина представляла собой деревянную раму, обшитую металлом и опиравшуюся на четыре колеса. С левой стороны на управляемой раме закреплялся дисковый плуг диаметром около 0,5 м. Срезаемый грунт отваливался на ленточный наклонный конвейер, подвешенный перпендикулярно продольной оси повозки. Привод конвейера осуществлялся шарнирной цепью от колес повозки. Этот принцип действия позднее был использован для управления ковшем скрепера и применялся в течение более 60 лет даже после перевода скреперов на тракторную тягу. Вся машина приводилась в действие восемью лошадьми, что позволяло получить тяговое усилие порядка 4 кН (400 кГ), и обслуживалась двумя рабочими. Грунт с конвейера сыпался в повозки, подъезжавшие одна за другой. Производительность машины в легком грунте достигала 90 м³ в час.

Только в 1883 г. полностью металлические скреперы были установлены на одноосный ход с металлическими колесами и управлением от ходовых колес скрепера. Оно осуществлялось цепной передачей, включаемой ручным рычагом кулачковой муфты, сблокированной с тормозом. При включении ее ковш поднимался в транспортное положение, а для разгрузки опрокидывался или раскрывался. Опускался ковш на тормозе под действием собственной массы. Это позволяло довести экономически целесообразную дальность тракторной возки до 400 м при двукратном увеличении производительности по сравнению с волокушными скреперами.

Трактор мощностью 48 кВт (65 л. с.) транспортировал поезд из 4-6 конных скреперов емкостью 0,75 м³ каждый, причем два скрепериста, переходившие на ходу с одного скрепера на другой, одновременно заполняли два скрепера. Такой способ транспортирования довольно хорошо разрешал противоречие

времени мощностью трактора и незначительной емкостью скреперов. Кроме того, он позволял маневрировать в зависимости от условий числом скреперов в поезде. Однако при этом увеличилась длина заполнения и разгрузки, что было очень неудобно при малых расстояниях перемещения грунта.

В 1910 г. Т. Шмейзер (США) создал скрепер емкостью 5,4 м³ с тягой*трактором мощностью 55 квт (75 л. с.) и гидравлическим управлением ковшом с приводом от колес трактора. Агрегат массой 14 т обслуживался двумя рабочими. Спустя 9 лет появился скрепер с механизированным управлением от трактора.

В 1917 г. были сделаны первые попытки применить колесную машину (автомобиль Форда модели Т с широкими покрышками) для тяги скрепера.

В 1922 г. был построен первый четырехколесный скрепер "Гон-Дола", механизмы которого приводились семью электродвигателями.

Трактор мощностью 48 квт (65 л. с.) транспортировал поезд из 4-6 конных скреперов емкостью 0,75 м³ каждый, причем два скрепериста, переходившие на ходу с одного скрепера на другой, одновременно заполняли два скрепера. Такой способ транспортирования довольно хорошо разрешал противоречие между большой по тому времени мощностью трактора и незначительной емкостью скреперов. Кроме того, он позволял маневрировать в зависимости от условий числом скреперов в поезде. Однако при этом увеличилась длина заполнения и разгрузки, что было очень неудобно при малых расстояниях перемещения грунта.

В 1910 г. Т. Шмейзер (США) создал скрепер емкостью 5,4 м³ с тягой*трактором мощностью 55 квт (75 л. с.) и гидравлическим управлением ковшом с приводом от колес трактора. Агрегат массой 14 т обслуживался двумя рабочими. Спустя 9 лет появился скрепер с механизированным управлением от трактора.

В 1917 г. были сделаны первые попытки применить колесную машину (автомобиль Форда модели Т с широкими покрышками) для тяги скрепера.

В 1922 г. был построен первый четырехколесный скрепер "Гон-Дола", механизмы которого приводились семью электродвигателями.

Скреперы того времени представляли собой открытый спереди ковш на двух или четырех колесах. По мере заполнения скрепера, срезаемый грунт поднимался под действием образующей перед ковшом так называемой призмы волочения. Это резко увеличивало необходимое тяговое усилие, достигавшее при емкости ковша 6 м³ в средних грунтах 180-200 кн (18-20 т), что превышало усилия ПО-120 кн (11-12 т), развиваемые гусеничными тракторами мощностью 70-73 кВт (95-100 л.с.). Поэтому стремления изобретателей были направлены на снижение тяговых усилий, необходимых для заполнения скрепера. Была сконструирована поднимающаяся передняя шарнирная управляемая трактористом, заслонка образующая как бы переднюю стенку ковша. Теперь заполнение происходило при заслонке, поднятой в положение 1, а когда начинала образовываться призма волочения, заслонка опускалась в положение 2, препятствуя поднимающемуся грунту высыпаться из ковша вперед и образовывать призму волочения. При подъеме ковша заслонка опускалась, смыкаясь с днищем и прорезая стружку, запирала в ковше почти весь разрушенный грунт, тогда как в открытом ковше не только вся призма волочения, но и часть грунта в ковше, ограниченная углом естественного откоса, высыпалась из ковша после его подъема.

Наличие заслонки способствовало тому, что после заполнения ковша на 30-40% срезаемая стружка как бы фонтанировала, поднимаясь между относительно мало изменяющимися свое положение массами грунта в задней части ковша и в заслонке.

Конечно, не следует упрощенно понимать этот процесс как подъем сплошной массы стружки. Это бывает далеко не всегда, так как в зависимости от рода и состояния грунта и толщины стружки может иметь место подъем целых кусков, что возможно при работе в глинистых грунтах и особенно, когда режущая кромка образует по бокам уступы, увеличивающие в этих местах толщину стружки.

Постепенно заслонка из плоской подвижной стенки в первых конструкциях приняла более выпуклые очертания и в отдельных случаях стала вмещать до 40% объема ковша, формы которого напоминали грейферный ковш. Передние заслонки сохранились в скреперах до настоящего времени.

В 1933 г. был создан телескопический скрепер, ковш которого состоял из двух частей: передней, неподвижно укрепленной в раме, и задней, перемещавшейся по раме с помощью канатного механизма, действовавшего от лебедки трактора. Перед заполнением задняя часть вдвигалась в переднюю. По мере заполнения она отодвигалась назад и начиналось заполнение внешней части ковша, расположенной впереди. После заполнения заслонка опускалась и ковш поднимался в транспортное положение. Разгрузка происходила при перемещении вперед канатным механизмом задней части ковша, а затем его задней стенки.

При такой конструкции общая длина и емкость ковша могли быть в 1,5 раза больше, а величина тягового усилия, отвечающего емкости скрепера обычной конструкции, почти в 1,5 раза меньше. В связи с этим оказалось возможным увеличить емкость скрепера с 8 до 12-13 м³ при мощности трактора 70-75 квт (95-100 л. с.).

Телескопические скреперы получили широкое распространение в 1935-1940 гг. Хотя габариты их были велики, они оказались более маневренными, чем поезд, составленный из двух скреперов (тандемная возка - способ тандем). Применение способа тандем с тягой трактором 70 квт (95 л. с.) позволило увеличить емкость скрепера до 26 м³, получив производительность порядка 80 м³/ч. Сравнительно малая транспортная скорость компенсировалась емкостью скреперов, в результате дальность возки увеличилась до 1,6 км, тогда как до сих пор наибольшая экономически оправданная дальность возки не превышала 1 км. Всеми движениями скрепера управлял тракторист, в основном с помощью канатной полиспастной системы, действовавшей от лебедки трактора.

В 1933 г. был создан первый одноосный скрепер к трактору 70 квт (95 л. с.) емкостью 7,6 м³ с гидравлическим приводом, управление которым осуществлялось из кабины тракториста. Этот скрепер, как бы повторивший в части одноосности конструкции первых колесных скреперов, отличался большой маневренностью. Он был снабжен двумя заслонками, образующими его переднюю и заднюю стенки, что обеспечивало разгрузку вперед и назад. Последнее позволило использовать его при непосредственной разгрузке грунта под откос, т. е. для засыпки котлованов, отсыпки насыпи "с головы" без применения вспомогательных бульдозеров,

Гидроуправление при высоком качестве изготовления аппаратуры, насосов и бронированных гибких-шлангов оказалось более надежным и долговечным, чем канатное, давало возможность принудительно опускать ковш для заглубления; однако оно было более сложным в работе, чем канатное, и требовало наличия различных запасных частей точного изготовления. Кроме того, с помощью гидравлической системы управления оказалось невозможным быстро перемещать ковш (например, при встрече неожиданного препятствия).

В дальнейшем для снижения тягового усилия при заполнении скрепера средние и тяжелые грунты перед разработкой стали рыхлить многозубыми рыхлителями.

В 1937 г. была сделана попытка создать скрепер с подвижным днищем, выполненным в виде ленточного реверсивного конвейера с приводом от электродвигателя, что давало возможность разгрузки как вперед, так и назад. Электродвигатели были установлены и для всех остальных механизмов скрепера и питались постоянным током от генератора, расположенного на тракторе. Но так как основные сопротивления заполнению скрепера вызываются необходимостью подъема грунта вверх, эта конструкция не получила распространения.

Другим направлением резкого повышения тяги скрепера, необходимой для заполнения, было применение толкачей. Резервные тракторы, снабженные специальным толкающим буфером или отвалом бульдозера, располагались на месте загрузки скреперов и по мере их подхода пристраивались сзади, упираясь буфером или отвалом в задний буфер скрепера, и толкали его, увеличивая силу тяги в 1,5-1,7 раза.

Окончив заполнение, толкач либо задним ходом возвращался в исходное положение для встречи нового скрепера, либо передним ходом нагонял второй скрепер, подходивший к месту заполнения. Так один толкач обслуживал 3-5 скреперов.

С 1925 г. тракторные фирмы США начали выпускать скреперы (в 1938 г. производство их стало серийным). В эти же годы в СССР были созданы скреперы емкостью 5 м³ с гидравлическим управлением и емкостью 6 м³ с канатным управлением для работы с тракторами мощностью 48 квт (65 л. с), выпускаемыми Челябинским заводом. До этого времени у нас выпускались скреперы емкостью 0,75 и 1,1 м³ для поездной возки с трактором

Небольшие скорости гусеничных тракторов привели к попыткам заменить гусеничные тракторы мощными колесными тягачами автомобильного типа, а также использовать седельные автомобильные тягачи с полуприцепным скрепером. Эти попытки успеха не имели в силу малой маневренности, недостаточной устойчивости и непригодности тягачей, снабженных шинами высокого давления, для работы в условиях бездорожья.

В 1937 г. был создан первый полуприцепной телескопический скрепер большой емкости на базе одноосного тягача на шинах с пониженным до 200 кн/м^2 (2атм) давлением. Эта машина могла транспортировать 12 м^3 грунта со скоростью до 25 км/ч. Дальность возки составляла 2-3 км. В 1938 г. был изготовлен скрепер емкостью 23 м^3 с одноосным тягачом 118 квт (160 л. с.) с шинами низкого давления диаметром 2 м и шириной 0,6 м, развивающий скорость до 34 км/ч и наибольшее тяговое усилие 170 кн (17 т).

В этот же период появились и другие сменные полуприцепные устройства к одноосным тягачам-большегрузные саморазгружающиеся повозки с задней, боковой и донной разгрузкой.

Основное направление при современном состоянии техники - создание универсальных колесных самоходных строительных машин путем агрегатирования узлов, выпускаемых автомобильной и тракторной промышленностью, и применения сменного полуприцепного и навесного рабочего оборудования.

Развитие этой идеи открыло возможности для повышения емкости, скорости и производительности скреперов, расширяя область их применения.

В 1947 г. был создан полуприцепной скрепер с электрическим приводом емкостью 20 м^3 для работы с тягачом мощностью 225 л. с, развивающий скорость до 24 км/ч при массе агрегата 19 т. При полезной массе перевозимого грунта 32 т коэффициент тары составлял 0,6, т. е. был меньше, чем у лучших конструкций автосамосвалов.

Чтобы повысить силу тяги колесных тягачей, было уменьшено давление в шинах с 300 до 250 кн/м^2 (с 3 до 2,5 атм) и ниже, увеличена высота протектора и разработаны типы его рисунка, отвечающие различным грунтовым условиям. Это позволило повысить силу тяги на 20-30%- Однако основные усилия конструкторов

дополнительный двигатель, мощность которого обычно не превышала 0,75 мощности двигателя тягача. Так были созданы самоходные скреперы емкостью до 42 м³ мощностью до 720 кВт (410 + 310 кВт), т. е. 980 л. с. (560 + 420 л. с.).

Создание дизель-электрического привода (с установкой электродвигателей постоянного или переменного тока на каждом колесе скрепера и тягача) в 1957 г. позволило увеличить емкость скрепера до 46 м³ при мощности тягача 440 кет (600 л. с.).

Применение столь мощных скреперов повлекло за собой работу по созданию толкачей массой до 170 т, мощностью до 1200 кет (1650 л. с.) с приводом по типу мотор-колесо.

Серийные машины с дизель-электрическим приводом по типу мотор-колесо пока еще не получили широкого применения из-за трудности обеспечения достаточной надежности машин при работе в тяжелых условиях, а также хорошей управляемости. В СССР созданы конструкции полуприцепных скреперов к одноосным тягачам мощностью 180 и 220 кет (240 и 360 л. с.) емкостью 9 и 15 м³. Осваивается самоходный скрепер с мотор-колесами емкостью 20-25 м³ на базе тягача мощностью 290- 380 кет (520 л. с.). Серийно выпускаются прицепные скреперы емкостью 3,6 и 10 м³.

Массовое применение прицепных скреперов емкостью 6 и 10 м³ имело место на постройке канала Волго-Дон им. В. И. Ленина в 1948-1950 гг. Часовая производительность их на 1 м³ составляла соответственно 7 и 7,5 м³ при максимальной производительности 52 и 80 м³/ч.

Толкач-тягач массой 170 т, мощностью 1200 кет (1650 л. с.) с электрическим приводом на каждое колесо. Одноосные тягачи придают скреперам высокие маневренные качества. Однако получить скорость скрепера с одноосным тягачом выше 50 км/ч пока еще не удается*. Поэтому для перевозок на дальние расстояния используют полуприцепные скреперы с двухосными седельными тягачами (рис. 10), развивающими скорость до 70 км/ч. По маневренности последние значительно уступают скреперам с одноосными тягачами.

Стремление увеличить производительность и эффективность работы скреперов привело к возвращению к поезду, применявшейся 25 лет назад при скреперах малой емкости.

Продолжается работа по уменьшению сопротивлений при работе скрепера. Неудавшаяся в 1937 г. попытка резко снизить сопротивление заполнению с помощью подвижного днища оказалась успешной при установке в ковше наклонного скребкового конвейера, приводимого от двигателя, который питается 410 кет (560 л. с.) и активной задней осью с двигателем мощностью 310 кет (420 л. с), скорость до 70 км/ч током от генератора, установленного на тягаче.

В СССР разработан скрепер, в котором привод скребкового конвейера осуществляется при помощи гидромотора. Как показывает опыт, с установкой скребкового конвейера наибольшее тяговое усилие при*заполнении скрепера снижается на 20-25%.

В настоящее время ведутся работы по созданию скреперов емкостью 75 и 100 м³. В табл. 2 приведены некоторые технико-экономические данные современных скреперов. За последние 20 лет удельные мощности скреперов возросли в 1,5-1,7 раза для гусеничных тягачей и более чем в 2 раза для колесных. Почти в 1,5 раза увеличилась производительность, отнесенная к 1 м³ емкости скрепера. Наибольшая часовая производительность скрепера возросла в 3 с лишним раза и при дальности возки 500 м достигает 600-700 м³/ч, т. е. близка к производительности экскаватора с ковшом емкостью 8-10 м³.

Значительные работы проводятся по изысканию наилучшей компоновки скреперов путем различного агрегатирования узлов и изменения положения кабины управления. Расположение кабины водителя впереди удобно для передвижения, но затрудняет наблюдение за наполнением ковша. При расположении кабины сзади в поле зрения находятся как ковш, так и дорога впереди. Однако необходимы еще специальные конструктивные меры, чтобы уменьшить в этом случае "мертвое пространство" дороги перед скрепером. Принимаются конструктивные решения, увеличивающие универсальность машин. Так, ковш скрепера устанавливается как сменное оборудование автогрейдера, тягач скрепера и автогрейдер снабжаются отвалом бульдозера или рыхлителем. Создана оригинальная конструкция полуприцепного скрепера к обычному короткобазовому двухосному тягачу с гидроуправлением. Увеличенный сцепной вес тягача позволяет развивать тяговое усилие 10 т при скорости 4,4 км/ч. Транспортная скорость достигает 54 км/ч.

Тягач снабжается отвалом бульдозера