

Конструктивная приспособленность машин для земляных работ

Д.М. Бородин

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень

Аннотация: в статье рассмотрены условия работы землеройных машин, основными из которых являются природно-климатические и грунтовые. При этом в различных условиях потенциал машин используется не эффективно, т.е. они не догружены по подаваемой энергии в рабочем процессе взаимодействия системы «рабочий орган – грунт» или перегружены. Определено, что основными свойствами машин, определяющими их качество, являются надежность, и адаптация к условиям эксплуатации. На этой основе определено, что есть возможность повышения их эффективности за счет адаптации машин к определенным условиям эксплуатации. В этой связи нужны методы и средства по корректированию энергетического воздействия машины на грунт при его разработке. Данная задача решается путем изучения закономерностей процессов взаимодействия рабочего органа землеройной машины с грунтом, и на этой основе разработки управляющих воздействий на землеройную машину (изменение ее рабочей скорости, глубины резания, угла резания).

Ключевые слова: землеройная машина, приспособленность, адаптация, разработка грунтов, рабочий орган, условия работы.

Наиболее распространенным и трудоемким видом строительных работ являются земляные. Основа работы землеройных и землеройно-транспортных машин (ЗМ), которые по энергоемкости занимают около 70% суммарной энергоемкости всей техники в строительстве, определяется принципами взаимодействия рабочих органов машин с грунтами. Анализ развития рабочих органов ЗМ показывает, что они в основном являются механическими системами, осуществляющими разрушение грунтов с целью их разработки по принципу резания, скола и удара. Поэтому вопросы определения и обоснования наиболее целесообразных путей совершенствования конструкции рабочих органов и в целом ЗМ решаются на основе изучения и практического применения закономерностей процессов резания и копания грунтов [1 - 3].

По характеру и режиму действия рабочего органа ЗМ различают непрерывного (многоковшовые экскаваторы, каналокпатели) и циклического (одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, автогрейдеры)

действия. Большинство машин циклического действия имеют быстро заменимое рабочее оборудование, могут выполнять работу в разнообразных грунтовых условиях и при различной технологии и организации работ. Машины непрерывного действия относят к специальным машинам.

Модернизация существующих ЗМ вносит все более полные коррективы, а в основном рабочих органов. Это связано с экономической целесообразностью. Создание высокоэффективных ЗМ определяется используемыми методами расчета сопротивлений от различных факторов (толщина стружки, скорость резания, прочность грунта, угол резания) [4], возникающих на рабочем оборудовании при разработке грунтов. Для этого необходимы теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия рабочих органов ЗМ с различными грунтами [1, 2].

Земляные работы в скальных, мерзлых, крупнообломочных и с валунными включениями, являются наиболее трудоемкими, дорогостоящими и вместе с тем недостаточно изученными технологическими процессами. При разработке прочных грунтов рабочий орган перегружается, и, возможна остановка процесса копания, а также протекание этого процесса на неоптимальных режимах работы машины. Это требует затрат энергии. В соответствие с этим сила тяги ЗМ используется не эффективно - не реализуются мощностные параметры машины при разработке непрочных грунтов (I и II категории прочности), и пробуксовка ходовой части при разработке прочных грунтов (IV, V). Поэтому целесообразно адаптировать ЗМ - автоматизировать процесс копания, подводить дополнительное воздействие, последнее будет разупрочнять грунт для дальнейшей разработки. В качестве дополнительного воздействия можно использовать: вибрацию, ультразвук, электрическое воздействие, резонансную частоту и т.п. [2].

Основные проблемы повышения эффективности ЗМ заключаются в создании систем управления, которые могли бы адаптироваться к разрабатываемой среде [5, 6], автоматически управлять отдельными трудоемкими операциями рабочего процесса, удерживать энергетический процесс в оптимальном режиме [7 - 10].

Необходимо исследовать трудоемкость по разработке прочных грунтов, факторов, влияющих на него и возможность повышения интенсификации ЗМ. Для обоснования этих выводов и принятия эффективных решений необходимо подробнее рассмотреть технологический процесс ЗМ.

Особенно это актуально для Тюменского региона, где грунты III и IV категорий, а также площадь грунтов с глубоким сезонным промерзанием составляет около 800 тыс. кв. км [1]. Разработка мерзлых грунтов высокоэнергоёмка, не отвечает полной комплексной механизации и автоматизации, и ведет к большому износу режущего инструмента. Для решения этих задач исследуются и внедряются различные методы, но разработка мерзлых грунтов по-прежнему остается очень сложной задачей и подлежит дальнейшему изучению [3].

Возрастающая стоимость и необходимость сокращения списочного парка ЗМ обуславливают актуальность ее совершенствования – повышение производительности, снижение материалоемкости, энергоёмкости.

Суровые условия эксплуатации ЗМ, высокие прочностные свойства и абразивность мерзлых грунтов, требует адаптированности ЗМ, поэтому обычные ЗМ необходимо модернизировать, а также применять различные способы и оборудование разработки мерзлых грунтов [1, 2]. Наиболее эффективными машинами при разработке больших площадей мерзлого грунта являются навесные рыхлители на мощных тракторах, в меньшей степени применяются: блочный метод, метод ударными нагрузками, метод взрывного рыхления и метод предварительного разогрева (растепление

грунта), а также предохранение грунтов от промерзания. В виду больших затрат растепление экономически нецелесообразно, а разработка грунтов предварительным предохранением от промерзания в виду малого планирования работ применяется редко.

В соответствие с изложенным, качество машин характеризуется совокупностью свойств (рис.) и определяется потребностями предприятий для конкретных условий эксплуатации. При этом свойства заложены заводом - производителем машин и реализуются в процессе ее эксплуатации [11].

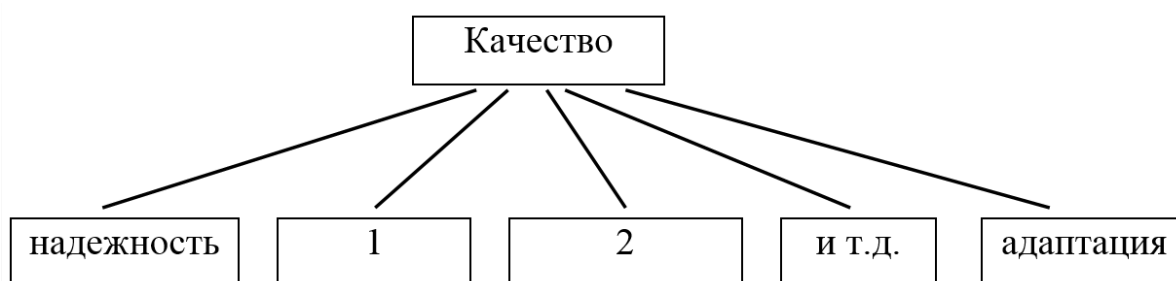


Рис. – Характеристика качества машин

Одним из основных свойств является надежность. Показатели оценки надежности ЗМ изменяются во времени по наработке. Насколько свойства ЗМ отвечают конкретным требованиям, условиям эксплуатации определяется свойством – адаптация.

При прочих равных условиях интенсивность рабочих процессов машин зависит от соответствия конструкции рабочего органа машины своему технологическому назначению, определяемому рядом конструктивных, технологических, экономических показателей машины, а также окружающей и рабочей среды. В этом смысле логично рассматривать конструктивную приспособленность (адаптацию) ЗМ [12].

Перспективное направление развития ЗМ - создание рабочих органов, которые могут адаптироваться к технологическим условиям и видам работ.

Реализация этого направления позволит сэкономить энергетические и материальные ресурсы [13].

Поэтому исследование силового взаимодействия органов ЗМ с грунтами, а особенно трудно разрабатываемых (III и IV, а также мерзлых) и исследование конструктивной приспособленности машин для землеройных работ является основной задачей.

Анализ исследований по интенсификации работы ЗМ [2, 7] показывает, что эти процессы необходимо проверить и скорректировать. Так, увеличение объема грунта, набираемого за цикл в процессе копания, или поперечного сечения грунтовой стружки, отделяемой от массива, не всегда приводит к повышению показателей эффективности применения рабочих органов. Интенсификация за счет повышения рабочих скоростей не всегда применима, так как часто скоростной режим ограничен возможностями оператора по управлению машиной при требуемом качестве работ и т.п.

Дальнейшие исследования должны выполняться в направлении изучения механизма разрушения грунтов (деформации пластов). Грунт подлежит разрушению с меньшими энергозатратами при действии на него нормальных растягивающих сил – разрыва.

Низкая эффективность работы и отсутствие общих закономерностей указанной приспособленности, позволяет сделать вывод о необходимости поиска и обоснования зависимости такого качества рабочих органов ЗМ от условий работы [14]. Результаты такой работы делает возможным не только выявить закономерности, но и наметить пути совершенствования и создания новых рабочих органов и машин.

Литература

1. Карнаухов Н.Н. Приспособление строительных машин к условиям Российского Севера и Сибири. - М.: Недра, 1994. 351 с.



2. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. – М.: Машиностроение, 1981. 223 с.

3. Емелин В. И. Разработка мерзлых грунтов: теория и практика. - Красноярск: ИПК СФУ, 2008. 248 с.

4. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Балин А.В. Исследование конструкций отвалов снегоуборочных машин, //Инженерный вестник Дона, 2015, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2945.

5. Конев В.В. Отвал для уборки снега Патент № 2465393 E01H5/06 заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет.

6. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Половников Е.В., Мерданов М.Ш. Раздвижной отвал снегоуборочной машины Патент № 152034 E01H5/06 заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет.

7. Харац Е.А., Конев В.В. Бульдозер Свидетельство на полезную модель №8980, МПК 6 E 02 F 3/76 заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет.

8. Зидиханов Р.Р., Пинигин Б.Н. Гидравлическая система управления отвалом бульдозера А.С. №1612062 E 02 F 9/22 заявитель и патентообладатель Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола.

9. Пичугов И.А., Гудков В.Л., Белов Е.Ф., Шаров С.Н. Лазерная система управления дорожно-строительной машиной А.С. №2090707 E 02 F 9/22 заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский институт строительств и архитектуры Госстроя Армянской ССР.

10. Koivo A.J. и др. Modeling and Control of Excavator Dynamics during Digging Operation. Journal of Aerospace Engineering, pp. 10-18, January 1996.

11. Захаров Н.С. Влияние сезонных условий на процессы изменения качества автомобилей. Дис. ... д-ра техн. наук. - Тюмень, 2000. – 523 с.

12. Хафизов Ф.Ш. Пути и способы повышения приспособленности специальной мобильной техники к низкотемпературным условиям для их эффективной эксплуатации, // Нефтегазовое дело, 2014, № 6 URL: ogbus.ru/article/puti-i-sposoby-povysheniya-prisposoblennosti-specialnoj-mobilnoj-tehniki-k-nizkotemperaturnym-usloviyam-dlya-ix-effektivnoj-ekspluatatsiiways-and-means-of-low-temperature-adaptivity-enhancement-of-spec.

13. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Ефимова В.Л., Балин А.В. Ресурсосбережение при уборке снега в городских условиях, // Инженерный вестник Дона, 2015, № 1 (часть 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2803.

14. Skibniewski M.J., Vaha P.K. Dynamic Model of Excavator. Journal of Aerospace Engineering, 6(2):pp. 148-158, April 1993.

References

1. Karnauhov N.N. Prispособlenie stroitel'nyh mashin k usloviyam Rossijskogo Severa i Sibiri. [Adaptation of building machines to the conditions of the Russian North and Siberia]. M.: Nedra, 1994. 351p.

2. Balovnev V.I. Dorozhno-stroitel'nye mashiny s rabochimi organami intensivirujushhego dejstvija [Road-building machines with working bodies of intensifying actions]. M.: Mashinostroenie, 1981 223 p.

3. Emelin V. I. Razrabotka merzlyh gruntov: teorija i praktika. [The development of frozen soil: theory and practice].Krasnojarsk: IPK SFU, 2008. 248p.

4. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Balin A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2945.

5. Konev V.V. [The plow for snow removal] Patent №2465393 E01H5/06 заявитель i патентообладатель Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyj universitet.

6. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Polovnikov E.V., Merdanov M.Sh. [Adjustable blade snowplow] Patent №152034 E01H5/06 заявитель i патентообладатель Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyj universitet.

7. Harac E.A., Konev V.V. [Dozer] Svidetel'stvo na poleznuju model' №8980, MPK 6 E 02 F 3/76 заявитель i патентообладатель Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyj universitet.

8. Zidihanov R.R., Pinigin B.N. Gidravlicheskaja sistema upravlenija otvalom bul'dozera A.S. №1612062 E 02 F 9/22 заявитель i патентообладатель Cheljabinskij politehnicheskij institut im. Leninskogo komsomola.

9. Pichugov I.A., Gudkov V.L., Belov E.F., Sharov S.N. Lazernaja sistema upravlenija dorozhno-stroitel'noj mashinoj A.S. №2090707 E 02 F 9/22 заявитель i патентообладатель Nauchno-issledovatel'skij institut stroitel'st i arhitektury Gosstroja Armjanskoj SSR.

10. Koivo A. J. и др. Modeling and Control of Excavator Dynamics during Digging Operation. Journal of Aerospace Engineering, pp. 10-18, January 1996.

11. Zaharov N.S. Vlijanie sezonnyh uslovij na processy izmenenija kachestva avtomobilej [Influence of seasonal conditions on the processes of change in the quality of cars]. Dis. ... d-ra tehn. nauk. Tjumen', 2000. 523 p.

12. Hafizov F.Sh. Neftegazovoe delo, 2014, № 6 URL: ogbus.ru/article/puti-i-sposoby-povysheniya-prisposoblennosti-specialnoj-mobilnoj-texniki-k-izkotemperaturnym-usloviyam-dlya-ix-effektivnoj-ekspluataciiways-and-means-of-low-temperature-adaptivity-enhancement-of-spec.

13. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Efimova V.L., Balin A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №1 (chast' 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2803.



14. Skibniewski M.J., Vaha P.K. Dynamic Model of Excavator. Journal of Aerospace Engineering, 6(2):pp.148-158, April 1993.