

Устройство предупреждения пуска двигателей мобильных машин в АПК с нарушением инструкций

Роман Владимирович Шкрабак

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Санкт-Петербург – Пушкин, Россия
e-mail: shkrabakrv@mail.ru

Аннотация. Агропромышленный комплекс является стабильным потребителем мобильных средств механизации в весьма разнообразных видах отраслевой деятельности практически ежедневно и круглосуточно. Этого требуют разнообразные виды жизнедеятельности, диктуемые спецификой производства (животноводства, птицеводства, плодоовощеводства, открытого и закрытого грунта, хранение, переработка и реализация и др.). Потребности производства характеризуются использованием разнообразных агрегатов, преобладающими из которых являются тракторные, автомобильные, комбайновые. Все они оснащены силовыми установками – двигателями внутреннего сгорания и трансмиссиями с разным числом передач. Частота использования последних диктуется видом работ и их технологиями. Практика использования таких агрегатов характеризуется частыми их остановками и глушением двигателей (технологические и технические отказы, технологические потребности, перерывы и др.). Требованиями эксплуатации предусматривается фиксация агрегатов при стоянке ручным тормозом и включенной передачей, исключающих самопроизвольное скатывание по причине неровности рельефа местности, ветровых нагрузок и др. Повторный запуск двигателей для возобновления движения агрегатов при включенной передаче, что противоречит инструкции по безопасности, грозит наездом на людей, находящихся впереди или сзади агрегата, а также самонаездов операторов в случае запуска дизелей пусковыми двигателями и при нахождении операторов между передними и задними колесами. Такие наезды, как правило, заканчиваются тяжелыми или летальными исходами, число которых в АПК ежегодно усреднено составляет около 45. С целью устранения такой ситуации предложено инновационное блокирующее устройство, автоматически исключающее изложенные обстоятельства и связанные с ними травмы. Работоспособность устройства подтверждена лабораторными испытаниями.

Ключевые слова: двигатели мобильных машин; нарушение инструкций; травмирование; устройство предупреждения несчастных случаев.

Для цитирования: Шкрабак Р. В. Устройство предупреждения пуска двигателей мобильных машин в АПК с нарушением инструкций // Аграрный научный журнал. 2022. № 2. С. 95–98. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp95-98>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Device for prevention of mobile machine engines starting in the rack with violation of instructions

Roman V. Shkrabak

St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg – Pushkin, Russia
e-mail: shkrabakrv@mail.ru

Abstract. The agro-industrial complex is a stable consumer of mobile means of mechanization in a wide variety of industry activities almost every day and around the clock. This is required by various types of life, dictated by the specifics of production (livestock, poultry, horticulture, open and closed ground, storage, processing and sale, etc.). The needs of production are characterized by a variety of units, the prevailing of which are tractors, automobiles, harvesters. All of them are powered by combustion engines and transmissions with different numbers of gears. The frequency of using the latter is dictated by the type of work and their technology. The practice of using such units is characterized by their frequent installation and engine shutdown (technological and technical failures, technological needs, breaks, etc.). The operating requirements provide for the fixation of the units when parked with a hand brake and a gear engaged, excluding spontaneous rolling due to the relief of wind loads, etc. when diesels are started by starting engines and when operators are between the front and rear wheels. Such assaults usually end in severe or fatal outcomes, the number of which in the agro-industrial complex is averaged about 45 people annually. In order to exclude such a situation, an innovative locking device has been proposed that excludes automatically stated situations and related injuries. The performance of the device has been confirmed by laboratory tests.

Keywords: motors of mobile machines; violation of instructions; injury; accident prevention device.

For citation: Shkrabak R. V. Device for prevention of mobile machine engines starting in the rack with violation of instructions. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(2):95–98. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp95-98>.

Введение. Практика использования автотракторных агрегатов в сельском хозяйстве (транспортных, пахотных, пропашных, уборочных и других) связана с частыми остановками и нередко с остановкой работы двигателей с повторным их запуском. Необходимость в этом диктуется рядом обстоятельств, в числе которых определяющими являются технологические, эксплуатационные, технико-экономические, эргономические, регулировочные, ремонтные, а также технические отказы – аварийные, трудовые, режимные – перерывы, пересмены, остановки, связанные с физиологическими потребностями человека, и другие. Стабильными являются ситуации, когда остановка работы двигателя требует фиксации агрегата в определенном положении, что осуществляется включением передачи в трансмиссии. Не-





обходимость восстановления работоспособности агрегата связана с необходимостью запуска двигателя. В ряде случаев операторы (трактористы, водители автомобилей, комбайнёры) забывают о том, что включена передача и запуском двигателя при этом приводится в движение агрегат; это порой сопровождается наездами агрегата на людей (или самих операторов – самонаезды при пуске основных двигателей пусковыми при нахождении оператора на земле или на гусенице гусеничных машин). Такие события, как правило, завершаются тяжелыми или летальными травмами.

Изложенная ситуация является следствием несовершенства конструкции систем управления тракторами, автомобилями, комбайнами и другими движущимися мобильными средствами механизации процессов АПК с двигателями внутреннего сгорания и трансмиссиями. Изложенное является следствием нарушения инструкций и ряда других документов, определяющих требования безопасности к мобильным машинам в АПК и их операторам при эксплуатации [1–4]. Необходимость в этом вызвана тем, что в конструкциях машин до настоящего времени отсутствуют решения, автоматически исключающие возможность нарушения инструкций и правил безопасности (вопреки требованиям Системы стандартов безопасности труд-ССБТ). Однако разработчики, конструкторы и изготовители названных мобильных машин в полной мере не выполняют эти требования, не снижая тем травмоопасность сельскохозяйственной техники.

Цель исследования – обосновать и разработать инновационные решения по предотвращению травмирования операторов и других участников рабочего персонала при использовании мобильных средств механизации исключением наездов и самонаездов при пуске двигателей мобильных машин с нарушением инструкций по безопасности.

Методика исследований. В качестве материалов исследования используются результаты анализа условий и безопасности труда при пуске двигателей, требования инструкций по безопасности, конструкции современных мобильных агрегатов в цикле сельскохозяйственных работ (включая работы по транспортировке, хранению и переработке продукции), а также статистические материалы по травмированию людей в результате самонаездов и наездов при запуске двигателей мобильных средств механизации при включённой передаче в трансмиссии. Методы исследований основаны на изучении причин и обстоятельств несчастных случаев указанного характера и аналитического и практического поиска путей исключения потенциального генерирования подобных обстоятельств инженерно-техническими решениями на основе патентных исследований и собственных разработок. Объектами исследований являлись конструкции тракторов, автомобилей и комбайнов по направлению обсуждаемой проблемы и инновационные авторские решения.

Результаты исследований. Изучение проблем использования тракторов, автомобилей и комбайнов в цикле сельскохозяйственных работ по производству, уборке, транспортировке, хранению и переработке сельскохозяйственной продукции показало [5–7], что имеет место ряд несчастных случаев с тяжёлыми и летальными исходами по причине запуска двигателя мобильных объектов при включённой передаче в трансмиссии машин. Как известно [8, 9], указанные агрегаты при стоянке с заглушённым двигателем внутреннего сгорания в целях исключения самопроизвольного скатывания (неровный рельеф местности, аэродинамические усилия и др.) должны оставаться заторможенными системами торможения (как правило, ручным тормозом) и включённой в трансмиссии передачей. Необходимость возобновления работы (движения) агрегата связана с необходимостью запуска двигателя. Забывая (по причине спешки, невнимательности или недостаточного профессионализма) выключить передачу в трансмиссии, оператор пытается запустить двигатель, который в зависимости от его теплового состояния (зима, лето, весна, осень) иногда запускается, и, поскольку не выключена передача, начинается движение агрегата. Неожиданность ситуации приводит к наезду на оператора (если он осуществляет запуск с помощью пускового двигателя, который смонтирован в зоне основного двигателя так, что оператору приходится при запуске находиться в травмоопасной зоне), заканчивающемся тяжёлым или летальным исходом. Кроме того, в такой ситуации может быть совершен наезд на людей, находящихся во фронтальной или тыльной части агрегата с аналогичным исходом.

Подобные ситуации имеют место и при эксплуатации автомобильного парка и комбайнов (здесь существенно реже, поскольку начальная скорость комбайна мала).

Анализ последствий изложенной ситуации показывает, что ежегодно при указанных обстоятельствах погибает в среднем около 85 человек, из них около половины приходится на АПК (по далеко не полным сведениям, поскольку в статистические данные не входят сведения по фермерским и крестьянским хозяйствам). Проблема имеет место и за рубежом [10].

Поэтому для устранения изложенных последствий нарушения инструкций по пуску двигателей мобильных машин, предусматривающих установку рычага переключения передач в трансмиссии в нейтральное положение, необходим детальный анализ проблемы. Логический анализ ситуации показывает, что создаётся она двумя обстоятельствами на основе контакта двух составляющих: активной – деятельностью оператора и пассивной – конструкцией мобильных машин с нерешённой двойственной проблемой, а именно: отсутствием в конструкции их устройства, извещающего оператора перед пуском двигателя о том, что нарушается инструкция – рычаг переключения передач не находится в нейтральном положении, и отсутствует блокировка пуска двигателя при включённой передаче.

Касаясь пассивной составляющей проблемы, извещающей оператора о недопустимости нарушения требований инструкции в части пуска двигателя агрегата при включённой в коробке передач любой скорости, не исключая и задней, отметим, что она обладает всего двумя степенями свободы. Условно их образуют либо наличие работающего извещателя, когда степень свободы $n = 1$, либо его отсутствие или неработоспособность (это равнозначно) и тогда $n = 0$. Таким образом, отражая фактическую ситуацию, для пассивной ситуации можем записать $0 = n = 1$, то есть имеем систему «либо-либо». Однако не надо забывать, что $n = 1$ означает наличие работающего извещателя, что не равноценно тому, что его сигнал будет принят и реализован оператором, то есть система дополняется третьей составляющей – оператором, который может услышать или нет сигнал, а также подчиниться ему или нет по разным причинам и в разных обстоятельствах. Подчинение сигналу означает выполнение инструкции, а не подчинение – не выполнение её и перевод системы в активную фазу.

Анализируя ситуацию активной составляющей проблемы (оператора), отметим, что она менее эффективна по той причине, что оператор, будучи уставшим или перегружен информационным потоком, может не услышать или не увидеть предупредительного сигнала, или в ситуации ограниченного времени не прореагировать на предупреждающий сигнал и начать запуск двигателя с нарушением инструкции, то есть при включённой в трансмиссии передаче.



Анализ дает основание утверждать, что радикальным решением проблемы является блокировка безопасности, то есть инженерно-техническое решение, не позволяющее осуществлять пуск двигателя машины до тех пор, пока не будет поставлен рычаг переключения передач в нейтральное положение. Желательно, чтобы такие решения автоматически срабатывали и система сигнализации (световая, звуковая, речевая) предупреждала оператора о том, что осуществляется попытка запустить двигатель с нарушением инструкции. Это исключает необходимость поиска оператором причин того, что двигатель не запускается и у неопытных операторов поиск причин занимает много времени на контроль систем, влияющих на возможность запуска – топливоподающих и воздушных систем у дизелей и дополнительно – системы зажигания у карбюраторных двигателей.

Кроме того, необходимо обратить внимание на особенности и значимость этих составляющих в решении поставленных конкретных задач – в данном случае – исключении травматизма при пуске двигателей мобильных машин и агрегатов. Активная и пассивная составляющие одинаковы по назначению, но разнородные по путям реализации и количеству степеней свободы при этом. Узвзка их значений и различия в путях реализации позволяют определить оптимальные решения для достижения поставленной цели.

Реализуя эти составляющие, заметим, что они обладают разными степенями свободы, приводящими к различным исходам. Касаясь активной из них – действия оператора, заметим, что он обладает n_0 степенями свободы, находясь в границах $0 \leq n_0 \leq 1$. Другими словами, оператор (в нарушение данной ситуации, когда рычаг переключения передач не стоит в нейтральном положении) может, не разобравшись в истинной причине, принять меры к запуску двигателя при включенной передаче с помощью пускового двигателя, электростартера или с буксира. То есть он добился своей цели благодаря той или иной степени свободы; когда $n_0 = 1$ и желаемый результат получен. Но при этом агрегат начинает мгновенно неожиданное движение, травмируя в большинстве случаев тяжело или летально самого оператора или людей, находящихся в фронтальной или тыльной полосе движения агрегата и не ожидающих такого развития событий, не успевают удалиться в травмобезопасную зону. Как видно, исход событий, развивающихся при степени свободы активной составляющей системы (оператора) при $n_0 = 1$ не благоприятен. Следовательно, нужно не допустить возможности его реализации, то есть обеспечить теперь уже не организационными мероприятиями (инструктажем, требованию к соблюдению инструкций и технологической дисциплины и др.), а другими, более эффективными инновационными решениями, сводящими степень свободы $n_0 \rightarrow 0$ (то есть $n_0 = 0$). Анализ других возможностей решения проблемы приемлемыми затратами на ближайшие четверть века не просматривается. Поэтому изложенный путь может и должен быть реализован в соответствии с теоретико-практическими результатами обоснованной, разработанной и испытанной в производственных условиях Санкт-Петербургским ГАУ Стратегии и тактики динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в агропромышленном комплексе страны.

Пути решения предложенными направлениями не ограничены. Единственным тормозящим моментом является инерционность мышления и развития путей профилактики травматизма традиционными направлениями, определенными «предыдущими поколениями Великих» путями. Речь идет применительно к АПК не только о совершенствовании технологий производства по трудовым параметрам, но и о совершенствовании методов и средств их реализации без человеческих жертв и мучений. Анализ показывает, что такие возможности имеются, несмотря на то, что они не лежат на поверхности, а их «добыча» требует выверенной ориентации вектора действий и напряженного труда профессионалов, которым должны быть созданы все условия для творчества без отвлечения на второстепенные вопросы (доказательства и убеждение непрофессионалов, скудное финансирование даже на макетные и опытные образцы, различного рода торможения направлений широкого внедрения в производство обоснованных и подтвердивших свою эффективность инновационных решений, прекращение практики продвижения в науку кадрового потенциала непрофессионалов под видом омоложения, усиление в реальном производстве КПД патентных решений не в двадцати пяти летний, а в более ранние сроки их появления и др.). Обратим внимание и на то, что страна в целом и отрасль богата учащейся молодежью, стремящейся к достижению инноваций и в техносферной безопасности, и в других направлениях жизнедеятельности. Однако, образование без направления старшими профессионалами и воспитания требует затрат времени, а времени на материальное положение в доходных видах деятельности не хватает; попытка возвращения в научную среду через 8–10 лет становится проблематичной. А «ковать железо пока горячо», становится материально трудно, особенно, когда появляется семья.

И тем не менее проблемы решаются (хотя и медленнее, чем требуется). В частности, Трудовой охранной научно-педагогической школы Санкт-Петербургского государственного аграрного университета интенсивно ведутся работы в направлении решения озвученной в заглавии статьи проблемы. Представляется, что решение осуществляется методологически выверенным путем, основу которого составляет обстоятельное изучение и анализ проблемы: прогнозирование тенденций ее развития на краткосрочный (3–4 года), среднесрочный (5–7 лет) и долгосрочный (8–10 лет) периоды, что позволяет определить приоритетные задачи; патентные исследования по соответствующим классам и группам за установленный период по ведущим странам мира; формирование собственных мнений и отличительных признаков их от известных и прототипов; описание инновационных решений и их патентование.

Эффективных мер противодействия изложенным ситуациям не предложено ни конструкторами, ни изготовителями рассматриваемой техники, ни эксплуатационниками. Предложенные решения либо неэффективны, либо сложны, а предлагаемые эксплуатационниками разнообразные устройства практически мало работоспособны и не решают поставленных задач по защите операторов (работников) от рассматриваемых видов травм. Поэтому потребность в инновационных решениях очевидна. Это подтверждают и результаты патентных исследований, выполненных автором в соответствии с требованиями к изобретениям.

Патентные исследования выполнялись по классам F02n15/20, B60 k27/08 и другим; анализировались решения по авторским свидетельствам № 1343094 и № 383863.

Задачей предложенного инновационного решения [11] является предупреждение риска пуска двигателей мобильных машин в АПК с нарушением инструкций.



На основе научных разработок и материалов патентных исследований автора разработано блокирующее устройство запуска двигателя транспортного средства (патент № 2229033).

Устройство основано на том, что при включенной в трансмиссии машины любой передачи автоматически блокируется подача топлива в цилиндры двигателя, а также автоматически выключается муфта сцепления посредством предложенной электросхемы; при этом звуковым и световым сигналом информируется оператор для принятия мер, то есть, для перемещения рычага переключения передач в нейтральное положение, что соответствует требованиям инструкции. В такой ситуации пуск двигателя становится возможным.

Схема устройства приведена на рисунке.

Подробное описание устройства и его работы приведено в патенте №2229033.

Лабораторными испытаниями предложенного устройства подтверждена его работоспособность.

Заключение. Производство тракторов, автомобилей, комбайнов без автоматических блокировок возможности запуска двигателей при включенной передаче в трансмиссии противоречит требованиям инструкции и Системы стандартов безопасности труда (ССБТ), поскольку не исключает превращения мобильных средств механизации АПК в источники летальных и тяжелых травм, самонаездов или наездов на людей (операторов производства), находящихся во фронтальной или тыльной части машины. Разработанное инновационное инженерно-техническое решение позволяет, при его использовании, полностью исключить возможность пуска двигателя при включенной в трансмиссии передаче. Этим исключается возможность травмирования операторов и находящихся в зоне работы агрегата людей по причине пуска двигателей с включенной в трансмиссии передачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями и дополнениями от 01.06.2015 г.). М., 2015. 272 с.
2. Система стандартов (безопасности труда: регламентирована положениями ГОСТ 12.0.001—82 «ССБТ. Основные положения»). М., 1982.
3. Приказ Минтруда России (от 25.02.2016 № 76н (ред. от 04.07.2018) Об утверждении Правил по охране труда в сельском хозяйстве. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420344857>.
4. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901836556>.
5. Шкрабак Р. В. Теоретические аспекты комплекса трудовых мероприятий сельскохозяйственных предприятий // Вестник агроарной науки Дона. 2019. № 1 (45). С. 99–103.
6. Шкрабак Р. В., Фурман И. В., Шкрабак В. С., Смолинов Е. С., Худяев О. В., Шкрабак Р. Р. Характеристика трудовой ситуации в сельском, лесном хозяйствах, охоте, рыболовстве и рыбноводстве // Вестник агроарной науки Дона. 2020. № 2(50). С. 83–93.
7. Шкрабак Р. В. Тактические аспекты стратегии и тактики динамического снижения и ликвидации производственного травматизма // Аграрный научный журнал. 2015. № 2. С. 59–63.
8. Шкрабак В. С. Биобиблиографический указатель трудов. СПб., 2017. 252 с.
9. Шкрабак В. В. Стратегия и тактика динамического снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК (теория и практика). СПб., 2007. 580 с.
10. Browning S.R., Truscynska H., Reed D. and McKnight R. H. Agricultural Injuries Among Older Kentucky Farmers: The Farm Family Health and Hazard Surveillance Study // American Journal of Industrial Medicine. 1998; 33:341–353.
11. Патент №2229033 Российской Федерации МПК F02f15/10 Блокирующее устройство запуска двигателя транспортного средства / В. С. Шкрабак, С. А. Башкиров, Р. В. Шкрабак, и др. Патентообладатель – Санкт-Петербургский Аграрный университет. № 2002128326 заявл. 05.09.2002. Оpubл. 20.05.2004. Бюл. № 14.

REFERENCES

1. Labor Code of the Russian Federation (as amended on 06/01/2015). Moscow, 2015. 272 p.
2. System of standards (labor safety: regulated by the provisions of GOST 12.0.001-82 «SSBT. Basic provisions»). Moscow, 1982.
3. Order of the Ministry of Labor of Russia (dated February 25, 2016 No. 76n (as amended on July 4, 2018) On the approval of the Rules for labor protection in agriculture. ГКД: <https://docs.cntd.ru/document/420344857>.
4. Federal Law «On Technical Regulation» dated December 27, 2002 No. 184-FZ. ГКД: <https://docs.cntd.ru/document/901836556>.
5. Shkrabak R.V. Theoretical aspects of the complex of labor protection measures of agricultural enterprises. *Bulletin of Agricultural Science of the Don*. 2019; 1 (45): 99–103.
6. Shkrabak R. V., Furman I. V., Shkrabak V. S., Smolinov E. S., Khudyayev O. V., Shkrabak R. R. Characteristics of the labor protection situation in agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming. *Bulletin of Agricultural Science of the Don*. 2020; 2(50): 83–93.
7. Shkrabak R. V. Tactical aspects of the strategy and tactics of dynamic reduction and elimination of industrial injuries. *Agrarian scientific journal*. 2015; 2: 59–63.
8. Shkrabak V.S. Bio-bibliographic index of works. St. Petersburg, 2017. 252 p.
9. Shkrabak V.V. Strategy and tactics of dynamic reduction and elimination of industrial injuries in the agro-industrial complex (theory and practice). St. Petersburg, 2007. 580 p.
10. Browning S. R., Truscynska H., Reed D. and McKnight R. H. Agricultural Injuries Among Older Kentucky Farmers: The Farm Family Health and Hazard Surveillance Study. *American Journal of Industrial Medicine*. 1998; 33: 341–353.
11. Patent No. 2229033 of the Russian Federation MPK F02f15 / 10 Blocking device for starting a vehicle engine / V. S. Shkrabak, S. A. Bashkirov, R. V. Shkrabak, and others. The patent holder is St. Petersburg Agrarian University. No. 2002128326 App. 09/05/2002. Published May 20, 2004. Bull. No. 14.

Статья поступила в редакцию 14.11.2021; одобрена после рецензирования 22.11.2021; принята к публикации 10.12.2021.
The article was submitted 14.11.2021; approved after reviewing 22.11.2021; accepted for publication 10.12.2021.

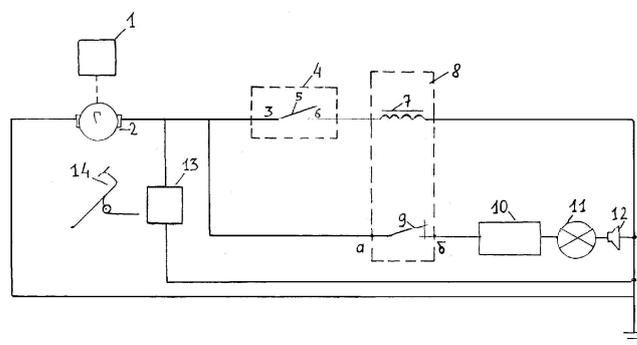


Схема устройства предотвращения пуска двигателей мобильных машин с нарушением инструкций: 1 – пусковой двигатель; 2 – генератор постоянного тока; 3, 6 – клемма; 4 – выключатель; 5 – подвижный контакт; 7 – обмотка электромагнитного реле; 8; 9 – контакт нормально замкнутый; 10 – электромагнит; 11 – сигнализатор световой; 12 – сигнализатор звуковой; 13 – магнит; 14 – педаль сцепления