

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ НАКЛОНА СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

ШКРАБАК Роман Владимирович, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

В статье приведена характеристика проблемы, связанной с потерей устойчивости средств механизации технологических процессов АПК машинно-тракторными агрегатами (транспортными, пропашными, автомобильными и автотракторными поездами, комбайнами, грузоподъемными кранами). Отмечено, что это обстоятельство приводит к опрокидываниям, авариям, травмам, пожарам, сопровождаемым нередко летальными исходами. В подтверждение изложенному кратко приводятся сведения о числе травм среди женщин и мужчин на производствах АПК страны (включая летальные). Обращено внимание, что изложенное имеет место в связи с тем, что названные агрегаты не оснащены устройствами, сигнализирующими, извещающими автоматически операторов, работающих в условиях неровностей рельефа полей и дорог (горные местности) о достижении предельных углов наклона, превышение которых приводит к опрокидываниям. В целях исключения названных ситуаций обосновано и на основе обстоятельных исследований разработано устройство, автоматически сигнализирующее визуально и звуковым образом о достижении предельных углов (для данной машины), а значит устойчивости, с целью принятия мер оператором для предотвращения опрокидывания. Оснащение названных машин предложенным инновационным устройством позволит исключить возможности опрокидываний и связанных с этим аварий, травм, пожаров, обеспечивая социально-экономический эффект.

Введение. В динамичном развитии агропромышленного комплекса (АПК) страны ведущим направлением является механизация и электрификация сельскохозяйственного производства и АПК в целом. В последние годы все больше аграрной и технической наукой и практикой уделяется внимание автоматизации и роботизации производственных процессов. Такие тенденции предполагают облегчение условий труда операторов и повышение уровня его безопасности. Потребность в этом очевидна, поскольку, по данным Госкомстата, на начало 2020 г. из 14 255 предприятий вида экономической деятельности «сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» в 1258 из них имели место несчастные случаи на производстве. В итоге из 1 180 789 человек (средняя численность работающих) пострадало 2234 человека с утратой работоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом (152 человека). В числе их 621 женщина, включая 7 со смертельным исходом (при числе работающих 401 964) и 1613 мужчин, включая 145 со смертельным исходом (при числе работающих 778 825 человек). Обратим внимание, что приведенные сведения далеко не полные, поскольку не все предприятия учитываются Госкомстатом, а кроме того, не учитываются сведения о травматизме в крестьянских и фермерских хозяйствах и других малочисленных структурах АПК.

Приведенные количественные показатели подтверждают, что по уровню травматизма сельское хозяйство и строительство десятилетиями стабильно занимают (поочередно) третье–чет-

вертое место в стране среди худших. Такое положение противоречит действующей в стране нормативно-правовой базе в области охраны труда [1, 2, 5, 7–9].

Важнейшим этапом в разработке и использовании превентивных мер профилактики травматизма являются результаты исследований трудоохранной научно-педагогической деятельности в области охраны труда работников АПК [11, 12]. В указанном направлении интенсивно проделываются научные исследования [4, 6, 10], соответствующие положениям научно-технологического развития АПК страны на современном этапе [3].

Общеизвестно, что методы и средства механизации технологических процессов и производств реализуются в весьма разнообразных условиях сельскохозяйственного производства, в числе которых значимыми являются параметры рельефа местности (колея, дороги, уклоны рельефа, подъёмы, спуски и др.). Практика использования машинно-тракторных агрегатов (МТА), автомобилей, комбайнов, транспортных средств характеризуется потерей устойчивости указанных средств, вплоть до опрокидывания и аварий, особенно в условиях земледелия в гористой местности. Кроме того, средства механизации грузоподъемных механизмов (автомобильных кранов, башенных кранов при строительстве и других средств, включая автотракторные поезда) в результате различных обстоятельств (перегрузки, проседание грунта под опорами кранов, ветровые нагрузки, особенно на башенные краны и др.) наклоняются со смещением центра тяжести в запредельных значениях с последующими



опрокидываниями, что приводит к травмированию людей, разрушениям машин и механизмов, пожарам и др. Связано это с тем, что рассматриваемые средства механизации (за исключением некоторых кранов) не оснащены автоматическими указателями наклонов с соответствующими извещателями. В целях ликвидации этого недостатка в результате обстоятельных исследований разработано устройство автоматического определения углов наклона средств механизации технологических процессов АПК.

Цель исследования – обоснование и разработка инновационного устройства для автоматической фиксации углов наклона средств механизации и информирования об этом оператора для принятия решений.

Методика исследований. В качестве объекта исследований использовались натуральные образцы машинно-тракторных агрегатов, выполняющих технологические (транспортные, пропашные, уборочные и другие агротехнические мероприятия в условиях неровного рельефа местности, а также грузоподъемные краны при выполнении технологических операций по прямому назначению).

Методы исследований базировались на разных объектах при исследовании и определении их наклонов от горизонтальной плоскости вплоть до границы устойчивости. Полученные данные обрабатывались известными статистическими методами, определялись для получения предельных границ устойчивости с учетом уклонов площадей, на которых работали агрегаты.

Результаты исследований. В соответствии с поставленной целью и статистическими данными по устойчивости рассматриваемых средств механизации указанных технологических процессов выполнялись патентные исследования по направлениям обеспечения устойчивости средств механизации в процессе выполнения разнообразных работ. На этой основе обоснован и предложен сигнализатор углов наклона. Цель исследования в предложенной конструкции реализовалась за счет того, что сигнализатор углов наклона содержит креномер и сигнализирующее устройство. При этом креномер содержит корпус из диэлектрического материала, частично заполненный жидкостью, неподвижные контакты, установленные на внутренней стороне корпуса, и электроды, электрически соединенные с сигнализирующим устройством, причем корпус креномера состоит из двух симметричных и идентичных устройств, наполненных до определенного уровня маслом, в каждом из которых в горизонтальной плоскости, соприкасаясь с поверхностью масла, установлено по три электрода, одни концы которых шарнирно закреплены на корпусе, а другие выполнены с возможностью перемещения и имеют контакты

разной высоты в вертикальной плоскости с возможностью поочередного замыкания с соответствующими им неподвижными контактами.

Устройство отличают новые признаки: корпус креномера состоит из двух симметричных и идентичных устройств, наполненных до определенного уровня маслом; в каждом устройстве в горизонтальной плоскости, соприкасаясь с поверхностью масла, установлено по три электрода; одни концы электродов шарнирно закреплены на корпусе, а другие выполнены с возможностью перемещения и имеют контакты разной высоты в вертикальной плоскости с возможностью поочередного замыкания с соответствующими им неподвижными контактами.

Перечисленные новые существенные признаки в совокупности с известными позволяют получить технический результат во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Технический результат заключается в повышении экологической безопасности за счет использования масла в качестве жидкости. Установка в горизонтальной плоскости трех электродов, одни концы которых шарнирно закреплены на корпусе, а другие выполнены с возможностью перемещения и имеют контакты разной высоты в вертикальной плоскости, позволяет определить три степени угла наклона грузоподъемной или мобильной машины с соответствующей сигнализацией об этом. Устройство корпуса креномера из двух симметричных и идентичных устройств позволяет определять степени наклона грузоподъемной машины в одну или противоположную ей сторону.

На рис. 1 схематично изображен сигнализатор углов наклона, а на рис. 2 – панель сигнализирующего устройства.

Сигнализатор углов наклона содержит креномер 1 и сигнализирующее устройство 2. Креномер имеет корпус 3, состоящий из двух симметрично расположенных герметичных емкостей, изготовленных из токонепроницаемого материала, до определенного уровня наполненных маслом 4. С поверхностью масла 4 в каждой емкости соприкасаются по три электрода 5, 6, 7. Электроды выполнены из токопроводящего материала и одними концами шарнирно закреплены на корпусе 3, а на других концах имеют соответственно поплавки 8, 9, 10, находящиеся в масле 4, и соответствующие контакты 11, 12, 13, причем контакты 11, 12, 13 имеют разную высоту. Ближе всего к поверхности масла расположены контакты 11 электродов 5, на среднем расстоянии от поверхности масла находятся контакты 12 электродов 6 и более всего удалены от поверхности масла контакты 13 электродов 7. Напротив контактов 11, 12, 13 в корпусе 3 симметрично расположены



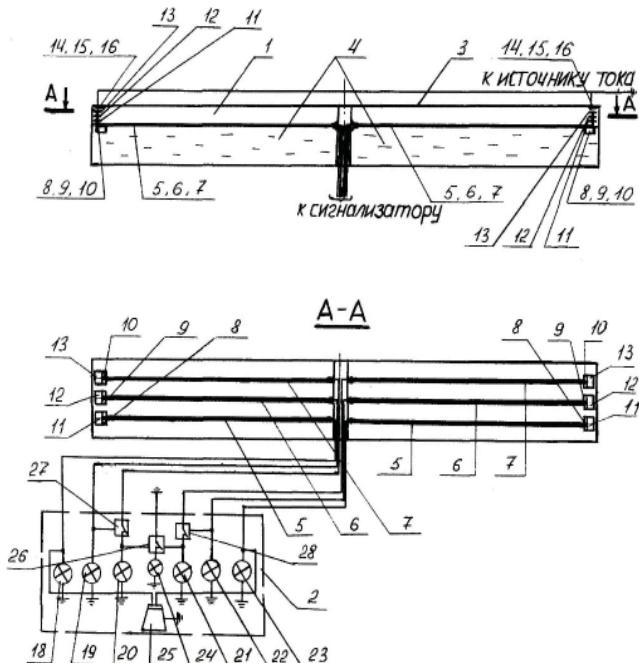


Рис. 1. Принципиальная схема сигнализаторов углов наклона МТА или грузоподъемной машины при выполнении технологических операций

контакты 14, 15, 16, соединенные между собой и с источником тока (не показан).

Сигнализирующее устройство 2 имеет панель 17 (рис. 2), на которой симметрично расположены шесть сигнальных 18, 19, 20, 21, 22, 23 и одна зеленая 24 лампы. Сигнализирующее устройство 2 имеет также звуковой сигнал 25, соединенный с красными сигнальными лампами 18 и 23, а желтые сигнальные лампы 20 и 21 соединены с нормально замкнутым реле 26 в цепи питания зеленой лампы 24 так, что при включении лампы 20 или 21 выключается зеленая лампа 24. Красные сигнальные лампы 19 и 22 соединены соответственно с нормально замкнутыми реле 27 и 28 в цепи питания желтых сигнальных ламп 20 и 21 так, что при их включении выключаются желтые сигнальные лампы 21 или 22. Сигнальные лампы 18, 19, 20, 21, 22, 23 электрически соединены с электродами 5, 6, 7, причем желтые сигнальные лампы 20 и 21 соединены соответственно с левым и правым электродами 7, красные сигнальные лампы 19 и 21 соединены соответственно с левым и правым электродами 6, а красные сигнальные лампы 18 и 23 соединены соответственно с левым и правым электродами 5 и с звуковым сигналом 25.

Устройство работает следующим образом.

При работе грузоподъемной машины при наклоне МТА в горизонтальной плоскости от источника тока подают питание на контакты 14, 15, 16, а корпус 3 креномера 1 и электроды 5, 6, 7 находятся в горизонтальном положении, цепь питания сигнальных ламп разомкнута и на панели 17 сигнализирующего устройства 2 горит зеленая лампа 24. При наклоне грузоподъемной машины или МТА влево или вправо на угол, равный заданному, наклоняется на этот же угол

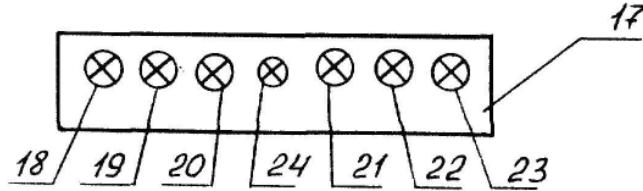


Рис. 2. Панель сигнализирующего устройства углов наклона МТА или грузоподъемной машины

креномер 1, и электроды 5, 6, 7 за счет свойства свободной жидкости сохранять горизонтальное положение под действием масла 4 останутся в горизонтальной плоскости; причем контакт 13 электрода 7 замкнет контакт 16 левой или правой емкости, тем самым включая левую или правую сигнальную желтую лампу 20 или 21 и через реле 26 выключая зеленую лампу 24 на панели 17 сигнализирующего устройства 2. При наклоне МТА или грузоподъемной машины влево или вправо на угол, близкий к предельно допустимому для данной марки машины, на этот же угол наклоняется корпус 3 креномера 1, тем самым замыкая контакты 12 и 15 электродом 6 под действием масла 4 в левой или правой емкости и выключая соответственно желтую сигнальную лампу 20 или 21 через реле 27 или 28 и включая красную сигнальную лампу 19 или 23 на панели 17 сигнализирующего устройства 2. Если наклон грузоподъемной машины продолжается, то на заданном угле наклона под действием масла 4 замыкаются контакты 14 и 11 электрода 5 в левой или правой емкости, и одновременно включается красная сигнальная лампа 18 или 23 (в зависимости от стороны наклона грузоподъемной машины или МТА) на панели 17 и звуковая сигнализация 25 сигнализирующего устройства 22.

Испытание макетной модели предложенного устройства подтвердило его работоспособность по автоматическому определению углов наклона МТА или грузоподъемной машины и автоматической сигнализации (визуально или звуковым образом).

Заключение. Предложенное инновационное устройство, автоматически сигнализирующее об углах наклона машинно-тракторных агрегатов, автотракторных поездов, комбайнов, грузоподъемных машин, предотвращает возможность потери ими устойчивости (опрокидывания), сопровождающейся авариями, травмами, пожарами. Оснащение указанных средств механизации названными устройствами позволит ликвидировать потерю устойчивости названных машин и связанные с этим аварии, травмы и пожары. Предложенное решение является важным составляющим стратегии и тактики динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК [12]. Этим обеспечивается социально-экономическая эффективность обсуждаемой проблемы.





СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации // СПС «Гарант».
 2. Конституция Российской Федерации // СПС «Гарант».
 3. Патент № 2175756 С1 Российская федерация, МПК G01 C9/20 Сигнализатор углов наклона / В.С. Шкрабак, В.Ю. Бузлуков, Р.В. Шкрабак, В.В. Шкрабак, А.Н. Лопатин // Заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный аграрный университет – 2000117104/28, заявл. 27.06.2000, опубл. 10.11.2001.
 4. Профессиональный риск: методология оценки и управления / С.П. Левашов [и др.]. – СПб., 2020. – 288 с.
 5. Система стандартов безопасности труда: регламентирована положениями ГОСТ 12.0.001-82. «ССБТ. Основные положения». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200310>.
 6. Технологические мероприятия предупреждения аварий и катастроф катоднозащищенных подземных трубопроводов и высокотемпературных поверхностей нагрева: теория и практика / В.С. Шкрабак [и др.]. – СПб.; Ярославль, 2019. – 367 с.
 7. Трудовой Кодекс Российской Федерации. – М.: Эксмо, 2015. – 327 с.
 8. Уголовный Кодекс Российской Федерации // СПС «Гарант».
 9. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. №125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» // СПС «Гарант».
 10. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Шкрабак В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК. – Брянск, 2008. – 282 с.
 11. Шкрабак В.С. Биобиблиографический указатель трудов/ сост.: Н.В. Кубрицкая, Н.С. Розанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб., 2017. – 252 с.
 12. Шкрабак В.В. Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК. Теория и практика. – СПб., 2007. – 580 с.
- Шкрабак Роман Владимирович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.**
196601, Санкт-Петербург – Пушкин, Петербургское шоссе, 2, лит. А.
Тел.: (8812) 318-11-52.
- Ключевые слова:** средства механизации; мобильные и самоходные агрегаты; устойчивость; сигнализатор углов наклона; предотвращение опрокидывания.

DEVICE FOR AUTOMATIC DETERMINATION OF INCLINATION ANGLES OF MEANS OF MECHANIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Shkrabak Roman Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair “Safety of Technological Processes and Production”, St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Keywords: means of mechanization; mobile and self-propelled units; stability; tilt angle indicator; prevention of overturning.

The article describes the problem associated with the loss of stability of means of mechanization of agro-industrial processes by machine-tractor units (transport, steaming, automobile and automobile trains, combines, and lifting cranes). It is noted that this circumstance leads to overturns, accidents, injuries, fires, often accompanied by fatalities. In support of the above, information is summarized on the number of injuries among women and men in

the country's agro-industrial enterprises (including lethal ones). It is noted that this is due to the fact that these units are not equipped with devices that signal, automatically notifying operators operating in conditions of irregularities in the terrain of fields and roads (mountainous areas) about the achievements of maximum inclination angles, the excess of which leads to overturns. In order to eliminate these situations, a device is justified and based on extensive research, automatically signalling and visually and soundly about reaching the limit angles (for a given machine) of stability in order to take measures by the operator to prevent overturning. Equipping these machines with the proposed innovative device will eliminate the possibility of overturns and related accidents, injuries, fires, providing a socio-economic effect.