

УДК 631.573.(476)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ  
БУРТОУКЛАДОЧНОЙ МАШИНЫ И ОБОСНОВАНИЕ МЕСТА  
УСТАНОВКИ РАСПЫЛИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ  
ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ КОНСЕРВАНТОВ**

**П. Н. Бычек<sup>1</sup>, И. С. Крук<sup>2</sup>, А. В. Болондзь<sup>1</sup>, Ж. И. Пантелеева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно ул. Терешковой, 28; e-mail:

ggau@ggau.by);

<sup>2</sup> – УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 220023, г. Минск, пр-т. Независимости, 99; e-

mail: rektorat@bsatu.by)

***Ключевые слова:** буртоукладочная машина, корнеплоды сахарной свеклы, обработка корнеплодов, точка внесения, жидкий консервант.*

***Аннотация.** В статье обоснована необходимость проведения обработки корнеплодов жидкими консервантами на буртоукладочной машине. Приведено схематическое устройство буртоукладочной машины и проанализированы возможные точки внесения жидкого консерванта. Дано заключение, что наиболее рациональным местом внесения жидкого консерванта является место их схода с кулачкового транспортера в приемную камеру укладочного транспортера.*

**INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE  
MACHINE FOR CONSTRUCTION OF CORNERPLANS OF SUGAR  
BEET AND JUSTIFICATION OF THE PLACE OF INSTALLATION  
OF THE SPRAYING DEVICE FOR INJECTION OF LIQUID  
CONSERVANTS**

**P. N. Bychek, I. S. Kruk, A. V. Bolandz, J. I. Panteleeva**

<sup>1</sup> – EI «Grodno state agrarian University»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail:

ggau@ggau.by);

<sup>2</sup> – EI «Belarusian State Agrarian Technical University»

Minsk, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, Minsk, 220023, 99 Nezavisimosti av.; e-mail:

rektorat@bsatu.by)

**Key words:** machine for placing sugar beet, root crops of sugar beet, processing of root crops, point of application, liquid preservative.

**Summary.** The article substantiates the necessity of processing root crops with liquid preservatives on the laying machine. A schematic arrangement of the shoulder-laying machine is given and possible points of application of the liquid preservative are analyzed. It is concluded that the most rational place of application of a liquid preservative is the place of their descent from the cam belt to the receiving chamber of the packing conveyor.

(Поступила в редакцию 01.06.2018 г.)

**Введение.** Важность развития сахарной отрасли в Республике Беларусь подчеркивает тот факт, что с 2005 по 2015 гг. приняты и исполнены программы развития отрасли, в соответствии с которыми и совершен скачок в развитии отечественной свеклосахарной промышленности [1, 2]. Урожайность сахарной свеклы возросла с 316 ц/га (2005 г.) до 463 (2014 г.), валовый сбор корнеплодов увеличился на 56% (с 3065 в 2005 г. до 4086 в 2014 г.) [3].

В то же время не снята проблема сохранности убранных урожаев [4]. Резервом повышения производства сахара является сокращение потерь корнеплодов при их длительном хранении от уборки до переработки. По данным А. В. Свиридова, потери корнеплодов сахарной свеклы от гниения в неблагоприятные годы достигают 30% [5].

Среди причин высоких потерь от гниения во время хранения стоит выделить повышенную загрязненность укладываемого на хранение вороха корнеплодов и их травмирование при уборке, погрузке, выгрузке и укладке на хранение. Установлено, что даже в сухую погоду почва на буртоукладочных машинах отделяется только на 50%, а во влажную – практически не отделяется [6]. Попавшая в кагат почва закупоривает межкорнеплодное пространство, что значительно ухудшает естественное вентилирование корнеплодов и создает предпосылки для развития болезнетворных микроорганизмов.

Кроме того, по данным Н. А. Красюка, в 1985 г. на сахарные заводы поврежденных корнеплодов поступало до 7%, в 1992 г. их количество составило до 83%, а в настоящее время – более 90% [7].

Следовательно, нанесение жидкого препарата на корнеплоды должно происходить при выполнении двух условий: в транспортируемом буртоукладочной машиной ворохе должно содержаться минимальное количество почвенных и растительных остатков, после обработки должно отсутствовать повторное травмирование корнеплодов. Поиск решения обозначенной задачи при выполнении поставленных условий является актуальным вопросом.

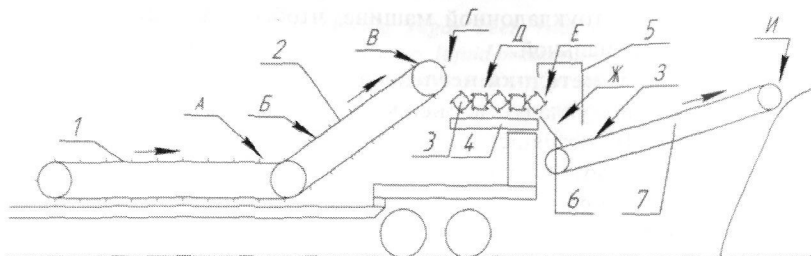
**Цель работы** – обосновать место установки распыливающего устройства на буртоукладочной машине, чтобы эффективность обработки была максимальной.

**Материал и методика исследований.** Буртоукладочная машина предназначена для укладки корнеплодов свеклы в крупногабаритные бурты (кагаты). В настоящее время на свеклоперерабатывающих предприятиях используются варианты с приводом от энергосредства в виде гусеничного трактора ДТ-75 или электрифицированные (более современный вариант) с приводом от электродвигателей. Сменная производительность таких машин находится в пределах 500-1500 т свеклы в сутки. Данные машины оснащены опрокидными площадками, обеспечивающими разгрузку бортовых автомобилей, автосамосвалов или автопоездов без расцепки, включая полуприцепы всех марок свекловичного транспорта (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид электрифицированной буртоукладочной машины

Определение оптимальных точек внесения защитно-консервирующих препаратов в технологическом тракте буртоукладочной машины возможно только после анализа ее технологической схемы и пути движения корнеплодов (рисунок 2)



*А – точка над горизонтальной ветвью подающего транспортера; Б – точка над наклонной ветвью подающего транспортера; В – точка над шкивом подающего транспортера; Г – точка в месте схода корнеплодов с подающего транспортера; Д – точка над кулачковым землеотделителем; Е – точка в месте схода корнеплодов с кулачкового землеотделителя; Ж – точка над отбойным щитком; З – точка в начале укладочного транспортера; И – точка в конце укладочного транспортера;*

*1 – горизонтальная ветвь подающего транспортера; 2 – наклонная ветвь подающего транспортера; 3 – кулачковый землеотделитель; 4 – транспортер выдачи отходов; 5 – приемная камера; 6 – отбойный щиток; 7 – укладочный транспортер*

**Рисунок 2 – Схема к определению точек внесения жидкого консерванта на буртоукладочной машине**

Корнеплоды свеклы вместе с грязевыми и растительными остатками поступают из грузового транспорта на горизонтальную ветвь 1 подающего транспортера, толщина слоя корнеплодов в этом месте ничем не ограничена. Далее они поступают на наклонную ветвь 2 подающего транспортера, в этом месте происходит их скатывание под действием силы тяжести, и к моменту схода корнеплодов на кулачковый землеотделитель 3 они движутся слоем толщиной в один корнеплод.

Рабочие органы кулачкового землеотделителя 3 представляют собой установленные на валу металлические кулачки, вращающиеся в одном направлении. За счет их вращения происходит перемещение и вращение корнеплодов, а также сепарация почвенных примесей и растительных остатков, которые впоследствии падают на транспортер выдачи отходов 4 и доставляются в транспортное средство.

После кулачкового землеотделителя 3 корнеплоды сходят в приемную камеру 5, под которой установлен отбойный щиток 6, предназначенный для подтормаживания корнеплодов перед их падением на укладочный транспортер 7. Укладочный транспортер 7 формирует ка-

гаты свеклы шириной 20-70 м и высотой 5-9 м и имеет возможность поворота в горизонтальной плоскости на угол  $\pm 27^\circ$  (от исходного положения), угол наклона к горизонту ограничен скатыванием корнеплодов и находится в пределах 12-20°.

Анализ возможных мест внесения жидкого препарата применительно к буртоукладочной машине представлен в таблице.

Таблица – Анализ возможных мест внесения жидкого препарата на буртоукладочной машине

Точка	Достоинства	Недостатки	Вывод
А	<ul style="list-style-type: none"> <li>– простота размещения распылителей;</li> <li>– доступность распылителей для обслуживания;</li> <li>– возможность визуального контроля работы распылителей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– неконтролируемая и непостоянная толщина слоя корнеплодов;</li> <li>– корнеплоды на вершине слоя не вращаются;</li> <li>– ворох корнеплодов содержит грязевые и растительные остатки.</li> </ul>	требуемое качество обработки не обеспечивается вследствие движения корнеплодов слоем более чем один корнеплод и наличия в ворохе примесей.
Б	<ul style="list-style-type: none"> <li>– корнеплоды за счет скатывания совершают вращательное движение;</li> <li>– простота размещения распылителей;</li> <li>– доступность распылителей для обслуживания;</li> <li>– возможность визуального контроля работы распылителей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нестабильная толщина слоя корнеплодов;</li> <li>– ворох корнеплодов содержит растительные и грязевые остатки.</li> </ul>	в этой точке невозможно качественно нанести рабочую жидкость из-за наличия растительных и грязевых остатков в ворохе корнеплодов и нестабильной толщины слоя.
В	<ul style="list-style-type: none"> <li>– за счет поперечных планок на транспортере корнеплоды движутся тонким слоем;</li> <li>– простота размещения распылителей;</li> <li>– доступность распылителей для обслуживания;</li> <li>– возможность визуального контроля работы распылителей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ворох корнеплодов содержит растительные и грязевые остатки;</li> <li>– корнеплоды не совершают вращательного движения, т. е. их обработка возможно только с одной стороны;</li> <li>– при движении через кулачковый землеотделитель происходит повторное травмирование корнеплодов.</li> </ul>	наносить рабочую жидкость в этой точке нерационально, т. к. растительные остатки препятствуют нормальному покрытию корнеплода, кроме того, последующее травмирование приводит к повторному перезаражению.

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Г	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в процессе падения корнеплода с наклонного транспортера происходит его вращение, т. е. возможна обработка со всех сторон;</li> <li>- корнеплоды падают слоем толщиной в один корнеплод;</li> <li>- происходит смачивание ленты подающего транспортера рабочей жидкостью;</li> <li>- простота размещения распылителей;</li> <li>- доступность распылителей для обслуживания;</li> <li>- возможность визуального контроля работы распылителей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие в ворохе корнеплодов растительных и грязевых остатков;</li> <li>- повторное травмирование корнеплодов в последующем при падении и движении на кулачковом землеотделителе.</li> </ul>	<p>качественное покрытие корнеплодов рабочей жидкостью невозможно, т. к. присутствуют почвенные и растительные остатки, а также повторное травмирование приводит к снижению эффективности обработки.</p>
Д	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в процессе движения по кулачковому землеотделителю корнеплоды интенсивно вращаются;</li> <li>- легкость обслуживания и монтажа распылителей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- часть рабочей жидкости теряется через кулачковый землеотделитель, что приведет к снижению эффективности обработки и повышению экологической нагрузки на окружающую среду.</li> </ul>	<p>нанесение рабочей жидкости возможно, однако густота покрытия будет низкой из-за непроизводительных потерь рабочей жидкости.</p>
Е	<ul style="list-style-type: none"> <li>- корнеплоды совершают вращение в процессе падения с кулачкового землеотделителя;</li> <li>- ворох корнеплодов максимально очищен от растительных и грязевых примесей;</li> <li>- отсутствие ветра и необходимости изготовления защитного кожуха;</li> <li>- легко установить распылители.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в приемной камере возможно забивание распылителей;</li> <li>- невозможен визуальный контроль работы распылителей;</li> <li>- значительный расход рабочей жидкости приведет к намачиванию укладочного транспортера, а значит к сгущиванию корнеплодов.</li> </ul>	<p>возможна качественная обработка.</p>

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Ж	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ворох корнеплодов очищен от грязевых и растительных остатков;</li> <li>- во время движения по щитку происходит качение-скольжение корнеплодов;</li> <li>- дальнейшее травмирование корнеплодов отсутствует;</li> <li>- нет необходимости установки защитного кожуха.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- возможна поломка и забивание распылителя из-за удара корнеплодом;</li> <li>- возможно сгуживание корнеплодов;</li> <li>- возможно попадание рабочей жидкости на укладочный транспортер, и как следствие, снижение коэффициента трения.</li> </ul>	<p>высокого качества обработки достигнуть проблематично из-за сгуживания корнеплодов на дне приемной воронки.</p>
З	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в ворохе отсутствуют грязевые и растительные примеси;</li> <li>- отсутствует дальнейшее травмирование;</li> <li>- легкость установки распылителей;</li> <li>- возможен визуальный контроль за работой распылителей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- происходит смачивание транспортера рабочей жидкостью и снижается коэффициент трения корнеплодов о поверхность ленты;</li> <li>- обязательное использование защитного кожуха.</li> </ul>	<p>обработка нежелательна из-за необходимости снижения угла наклона транспортера к горизонту и, как следствие, снижения высоты укладываемых кагатов.</p>
И	<ul style="list-style-type: none"> <li>- падение корнеплодов сопровождается их вращением;</li> <li>- рабочая жидкость, неосевшая на корнеплод, попадает на кагат.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- затрудненная установка и обслуживание распылителей;</li> <li>- присутствие ветра вызывает необходимость установки ветрозащитных устройств;</li> <li>- очень малое расстояние между укладочным транспортером и кагатом.</li> </ul>	<p>обработка корнеплодов затруднена из-за значительной высоты установки распылителей, кроме того, проблематично установить защитный кожух; невозможность обслуживания распылителей.</p>

Данные, представленные в таблице, позволяют наглядно представить достоинства и недостатки обработки корнеплодов в различных местах буртоукладочной машины.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ технологической схемы буртоукладочной машины показывает, что наиболее перспективным местом нанесения рабочей жидкости является место схода корнеплодов с кулачкового землеотделителя в приемную камеру (точка *Е* или *Ж*).

Для предотвращения забивания распылителей необходимо расположить их над траекторией полета корнеплодов таким образом, чтобы обработка происходила сверху вниз. Для предотвращения намачивания

транспортера рабочей жидкостью следует применять малообъемное или ультрамалообъемное опрыскивание.

**Заключение.** Рекомендуются установка распыливающих рабочих органов в приемной камере в месте схода корнеплодов с кулачкового землеотделителя на укладочный транспортер, т. к. в этом месте растительные и грязевые остатки уже отделены кулачковым транспортером и повторного травмирования на укладочном транспортере также не происходит.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О программах развития мясной, молочной, сахарной промышленности на 2005–2010 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 июля 2005 г., № 792 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информац. Респ. Беларусь. – Минск, 2005.
2. О Государственной программе развития сахарной промышленности на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 марта 2011 г., № 359 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информац. Респ. Беларусь. – Минск, 2011.
3. Национальный статистический комитет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/osnovnye-pokazateli-za-period-s-\\_\\_-po-\\_\\_\\_gody\\_6/valovoi-sbor-osnovnyh-selskohozyaistvennyh-kultur/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/osnovnye-pokazateli-za-period-s-__-po-___gody_6/valovoi-sbor-osnovnyh-selskohozyaistvennyh-kultur/). – Дата доступа: 30.05.2018.
4. Бычек, П. Н. Оборудование для протравливания корнеплодов сахарной свеклы на самоходном свеклоуборочном комбайне / П. Н. Бычек, А. В. Кузьмицкий // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: в 2 т. / Гродн. гос. аграр. ун-т, под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2009. – Т. 1: Агрономия. Экономика. – С. 43–49.
5. Свиридов, А. В. Агробиологическое обоснование развития гнилей корнеплодов свеклы сахарной и столовой и разработка системы защиты по ограничению их вредоносности в Республике Беларусь: автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.07 / А. В. Свиридов. – Гродно, 2016. – 48 с.
6. Свиридов, А. В. Агробиологическое обоснование развития гнилей корнеплодов свеклы сахарной и столовой и разработка системы защиты по ограничению их вредоносности в Республике Беларусь: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.07 / А. В. Свиридов. – Гродно, 2016. – 389 с.
7. Красюк, Н. А. Современные технологии производства и использования сахарной свеклы / Н. А. Красюк. – Минск: Изд. А. Н. Вараксин, 2010. – 502 с.