

## ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНЫХ СХЕМ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В последние годы в Республике Беларусь наметилась тенденция к сокращению посевных площадей, занятых под картофелем. Сокращается и стареет парк картофелеуборочных комбайнов.

Если в 1980 г. на 787 тыс. га было 12,5 тыс. комбайнов, то в 1994 г. на 670 тыс. га - 8,5 тыс. картофелеуборочных комбайнов ККУ-2А, КПК-2-01 и КПК-3, поставляемых из России, и Е-684 и Е-686 германского производства. Освоен выпуск однорядного комбайна Л-601 АО "Лидсельмаш", который используется на малых участках. На этом предприятии выпускают также картофелекопатели как однорядные КТН-1Б, Л-651 и Л-653, так и двухрядные КСТ-1,4 и КТН-2В.

Сложившийся парк картофелеуборочных машин отличается разнообразием конструкций, что соответствует различным почвенно-климатическим условиям Республики Беларусь и размещению картофеля как в общественном, так и частном секторах. Наиболее сложные - это комбайны Л-601 и Е-686, имеющие подкапывающие, сепарирующие, комкоразрушающие, ботвоудаляющие и камнеотделяющие рабочие органы, переборочные столы и бункеры-накопители для картофеля и камней (Л-601).

Трехрядные копатели-погрузчики Е-684 и комбайны КПК-3 не имеют камнеотделяющих устройств и переборочных столов, что ограничивает их область применения: легкие почвы, не засоренные камнями. Двухрядные комбайны КПК-2-01 и ККУ-2А оборудованы переборочными столами без специальных камнеотделяющих устройств, поэтому применяются в легких и средних условиях с засоренностью камнями до 8 т/га.

Учитывая сложившуюся ситуацию, в БАТУ проводятся НИР по созданию картофелеуборочных комбайнов для республики.

При конструировании картофелеуборочных машин недостаточно учитывались реальные условия, имеющие место при их нормальной функци-

онировании. В большинстве случаев при теоретических исследованиях рабочих органов за основу принимает статические модели, идеализируя реальные условия работы этих машин.

Возникает необходимость в моделировании технологических процессов картофелеуборочных машин, т.е. их математическое описание в конкретных условиях функционирования.

Наиболее существенной особенностью условий функционирования машин для уборки картофеля (см. таблицу) является то, что они относятся к случайным в вероятностно-статистическом смысле.

Условия функционирования картофелеуборочных комбайнов в республике разнообразны, а качество работы машин и их производительность зависит от того, из каких рабочих органов сконструирована машина и какие регулировки их предусмотрены.

Модель функционирования картофелеуборочного комбайна можно представить в виде многомерного объекта, блок-схема которого показана на рис. I.

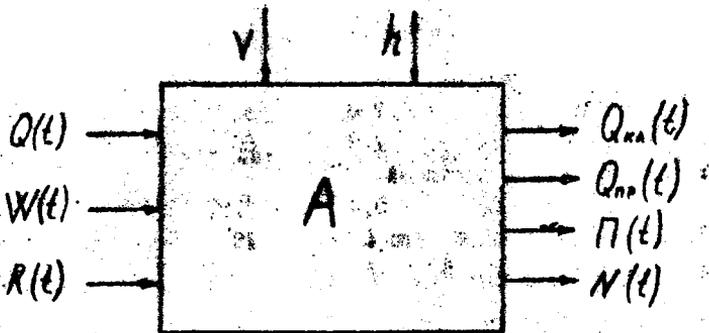


Рис. I. Блок-схема модели функционирования технологического процесса картофелеуборочного комбайна.

Таблица

## Условия функционирования картофелеуборочных машин

| Наименование показателей  | Значения параметров |              |              |
|---|---------------------|--------------|--------------|
|   | минимальное         | среднее      | максимальное |
| <b>I. Размеры грядки, см</b>                                    |                     |              |              |
| ширина вершины  | 7                   | 15...20      | 27           |
| ширина основания  | 32                  | 45...50      | 65           |
| высота  | 1                   | 9...10       | 20           |
| <b>2. Глубина залегания клубней, см</b>                         |                     |              |              |
| верхнего  | 0                   | 4,7...5,3    | 10,0         |
| нижнего   | 14,0                | 18,6...19,5  | 24,0         |
| <b>3. Ширина гнезда, см</b>                                     | 7,0                 | 17,3...31,2  | 46,0         |
| <b>4. Урожайность клубней, т/га</b>                             | 5,0                 | 16,0...20,0  | 50,0         |
| <b>5. Размеры клубней, мм</b>                                   |                     |              |              |
| длина   | 20,0                | 49,4...69,3  | 128,6        |
| ширина  | 17,5                | 37,7...52,1  | 84,5         |
| толщина   | 13,0                | 32,7...43,5  | 65,2         |
| <b>6. Масса одного клубня, г</b>                                | 5,0                 | 48,0...102,0 | 290,0        |
| <b>7. Количество ботвы и других растительных примесей, т/га</b> |                     |              |              |
|   | 2,0                 | 5,0...6,0    | 20,0         |
| <b>8. Длина ботвы, см</b>                                       | 2,0                 | 50,0...80,0  | 200,0        |
| <b>9. Диаметр ботвы в нижней части стебля, см</b>               |                     |              |              |
|   | 0,4                 | 0,8...1,2    | 2,0          |
| <b>10. Количество камней, г/га</b>                              | 0                   | 10...15      | 30           |
| <b>11. Влажность почвы, %</b>                                   | 6                   | 20           | 30           |

Входными воздействиями модели при постоянной рабочей скорости  $V$  и глубине подкапывания  $h$  является:

$Q(t)$  - секундная подача компонентов картофельной грядки (почва, камни, клубни, комки, ботва, сорняки);

$W(t)$  - состояние компонентов (влажность, размеры);

$R(t)$  - сопротивление движению.

Выходными переменными являются:

$Q_{кл}(t)$  - количество картофеля в бункере;

$Q_{пр}(t)$  - количество примесей в бункере;

$\Pi(t)$  - потери клубней;

$N(t)$  - мощность, затрачиваемая на технологический процесс.

Свойства и особенности машины в ее модели функционирования оцениваются показателем  $A$ , который определяет совокупность свойств машины выдавать в конкретных условиях выходные переменные.

Такие же модели можно построить и для отдельных рабочих органов (подкапывающих, сепарирующих, ботвоудаляющих и т.д.) и представить их в виде цепочки. Получится модель технологического процесса конкретного комбайна, например, Д-601 (рис.2).

При движении комбайна подкапывающий рабочий орган I вырезает картофельную грядку на глубину, ограничиваемую копирующим катком. В результате на лемех поступает секундная подача массы  $Q_1$ , состоящая из почвы, клубней, ботвы и других растительных примесей, а также камней в определенном соотношении компонентов. На лемехе пласт частично разрушается и начинается сепарация почвы. Оставшаяся масса ( $Q_2 = Q_1 - q_{1п}$ ) поступает на первый элеватор 2, где под действием встряхивателей разрушаются почвенные комки и происходит основная сепарация почвы. Далее масса  $Q_3 = Q_2 - q_{2п}$  поступает к ботвоудалятелю 3, валки которого часть ботвы  $q_{3к}$  затягивает под комбайн, а оставшаяся масса  $Q_4 = Q_3 - q_{3к}$  подается на редкопрутковый (ячеистый) транспортер 4, по которому удаляются крупные примеси

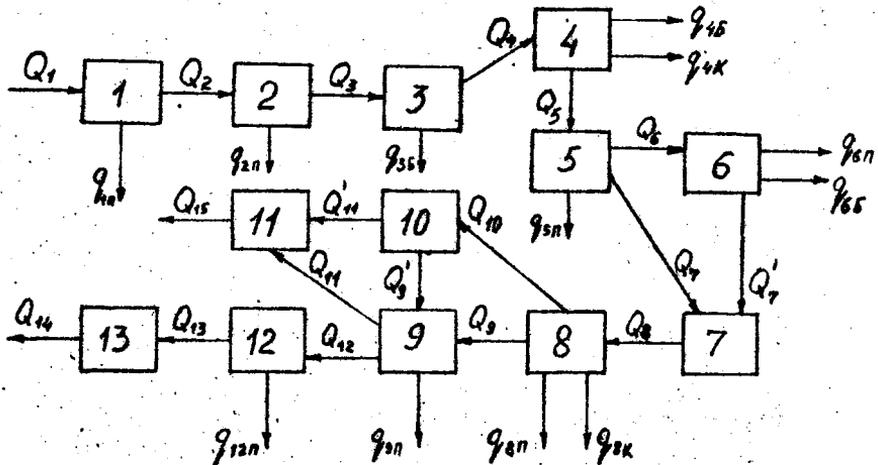


Рис. 2. Модель технологического процесса комбайна Л-601:

1 - подкальвающие рабочие органы; 2 - первый элеватор; 3 - ботвоудаляющий валок; 4 - редкопрутковый транспортер; 5 - второй элеватор; 6 - пальчиковая горка; 7 - поперечный пальчиковый транспортер; 8 - щеточное камнеотделяющее устройство; 9 - переборочный стол (поток клубней); 10 - поток примесей, 11 - бункер для камней и других примесей; 12 - транспортер загрузки бункера; 13 - бункер для картофеля

(камни, оставшиеся растительные примеси), а клубни, часть почвы, мелкие растительные остатки, камни, размер которых меньше размеров ячеек, проваливаются на второй элеватор 5  $Q_5 = Q_4 - (q_{4s} + q_{4k})$ , где происходит дальнейшая сепарация почвы. Сход с элеватора 5 поступает на пальчиковые поверхности горки 6 ( $Q_6$ ) и поперечного транспортера 7 ( $Q_7$ ). Горка 6 выносит на поверхность поля сзади комбайна мелкие примеси  $q_{6s}$  и часть почвы  $q_{6n}$ ; а поперечный транспортер направляет массу  $Q_8 = Q_7 + Q_7'$  к щеткам 8 камнеотделяющего устройства, часть камней  $q_{8k}$  и почвы  $q_{8n}$  сходит с по-

перечного транспортера, а клубни и оставшиеся камни поступают на переборочный стол, на котором рабочие-переборщики перебрасывают ошибочно попавшие камни из потока клубней в поток камней, а клубни наоборот. На переборочном столе и транспортере загрузки бункера 12 происходит окончательная сепарация почвы  $\gamma_{50}$  и  $\gamma_{120}$ ; камни поступают в бункер II, а клубни - в бункер 13.

Особенностью моделей технологических процессов картофелеуборочных машин является сложность, а подчас и невозможность получения информации о некоторых компонентах входных и выходных величин. Это затрудняет управление технологическими процессами. Практически учесть все входные переменные, влияющие на ход технологического процесса, невозможно и приходится ограничиваться лишь главными. Количественная оценка входных и выходных переменных должна выполняться методами теории вероятностей и математической статистики.

Для Республики Беларусь предлагается модульный принцип компоновки картофелеуборочных машин. При этом в качестве модуля I принят копатель КСТ-1,4 или КТН-2В - для двухрядных и Д-65I или Д-653 для однорядных машин. Модуль 2 для двухрядных машин состоит из ботвоудалителя с третьим элеватором, пальчиковой горкой и выгрузным транспортером. Если в модуле 2 выгрузной транспортер заменить на ковшовый элеватор, то получится модуль 3. Модуль 4 - переборочный стол с площадками для рабочих-переборщиков и транспортером примесей, модуль 5 - бункер для картофеля с транспортером его загрузки, модуль 6 - бункеры для картофеля и камней с транспортерами их загрузки, модуль 7 - щеточный отделитель камней, модуль 8 - разъемная рама с прицепным устройством, приводом и гидросистемой.

Базовая модель двухрядного комбайна состоит из следующих модулей: 1+2+3+4+5 - это комбайн типа ККУ-2А, КПК-2-01. Копатель-погрузчик состоит из модулей 1+2 (машина типа Е-684). Комбайн для работы на полях с засоренностью камнями 8...20 т/га состоит

из модулей 1+9+3+4+5+7 - это машина типа Е-606. Если в этой модификации комбайна или в базовой модуль 5 заменить на модуль 6, то камни можно собрать в отдельный бункер с выгрузкой их на край поля или в транспортные средства при большой длине гона. При недостатке транспортных средств и большой длине гона выгрузку камней необходимо осуществлять на поле в ряды, расположенные перпендикулярно движению агрегата с их последующей погрузкой погрузчиками в транспортные средства в менее напряженный период работы.

Таким образом, модульный принцип компоновки позволит создать семейство высокоунифицированных картофелеуборочных машин для различных почвенно-климатических зон. Освоить выпуск этих машин целесообразно в АО "ЛИДСЕЛЬМАШ".

В 1994 г. был изготовлен опытный образец комбайна, состоящего из следующих модулей: 1+9+3+5. В колхозе "Новый быт" Минского района проведены хозяйственные испытания этого комбайна, которые показали, что по основным качественным показателям работы - полноте уборки и повреждениям клубней комбайн удовлетворяет агротехническим требованиям.