

АГРОТЕХНИКА

Г. М. КАРАПЕТЯН

ВЛИЯНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АГРЕГАТА НА
РАСПОЛОЖЕНИЕ ГНЕЗД ПРИ ПОСАДКЕ КАРТОФЕЛЯ КВАД-
РАТНО-ГНЕЗДОВЫМ СПОСОБОМ КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКОЙ СКГ-4

Квадратно-гнездовой способ посева и посадки сельскохозяйственных культур занимает исключительно важное место в комплексе передовых методов борьбы за высокий урожай. Этот агротехнический прием дает возможность широко применять в сельском хозяйстве богатую технику и резко увеличить производство сельскохозяйственной продукции.

Расстановка гнезд в двух перекрестных направлениях участка при квадратно-гнездовом способе посадки и посева сельскохозяйственных культур на данном этапе является основным и обязательным требованием механизации и агротехники.

На правильную расстановку гнезд в двух перекрестных направлениях при посадке картофеля влияет комплекс факторов: прямолинейность и скорость движения агрегата, регулировка гнездо-образующего устройства, разбивка участка, рельеф местности и т. д.

Величина же ширины захвата машины для квадратно-гнездового посева и посадки сельскохозяйственных растений, которая является одним из основных компонентов, определяющих производительность и комплектование данного агрегата, несомненно в данном случае будет зависеть от степени непрямолинейности поступательного движения агрегата.

Если агрегат движется не по прямой линии, а совершает извилистое движение, то это неизбежно приводит к неправильной раскладке гнезд в двух перекрестных направлениях.

Для теоретического анализа данного вопроса рассмотрим его графоаналитическим способом.

Непрямолинейность движения агрегата существенным образом влияет на распределение гнезд в двух перекрестных направлениях за счет отклонения направления поперечной линии гнезд (линия сошников от контрольной линии посадки).

Как известно, во время работы поперечная линия гнезд образуется перпендикулярно к линии движения агрегата, следовательно, при криволинейном движении агрегата поперечная линия гнезд совпадает с направлением радиусов данной кривизны траектории движения агре-

гата, составляя некоторый угол (δ) с направлением контрольной линии посева или посадки (фиг. 1.).

Принимая отдельные части кривизны траектории движения агрегата за дугу окружности с различными радиусами, приемлемость которых показали наши наблюдения за 1951—1953 гг. в производственных условиях Московской области, можно написать аналитические выражения, определяющие:

а) зависимость величины радиуса кривизны (r) от длины хорды ($2x$), стягивающей дугу окружности радиусом r и максимального перемещения (y) точки траектории движения агрегата от геометрической оси продольного ряда (фиг. 1):

$$r = 0,5 \left(\frac{x^2 + y^2}{y} \right) \quad (1)$$

б) зависимость величины угла отклонения (δ_m) поперечной линии гнезд от нормальной (контрольной) линии:

$$\sin \delta_m = \frac{x}{r} = \frac{xy}{0,5(x^2 + y^2)} \quad (2)$$

или

$$\delta_m = \arcsin \frac{xy}{0,5(x^2 + y^2)}$$

Как видно из формулы 1, для того, чтобы агрегат двигался прямолинейной траекторией y должен стремиться к нулю.

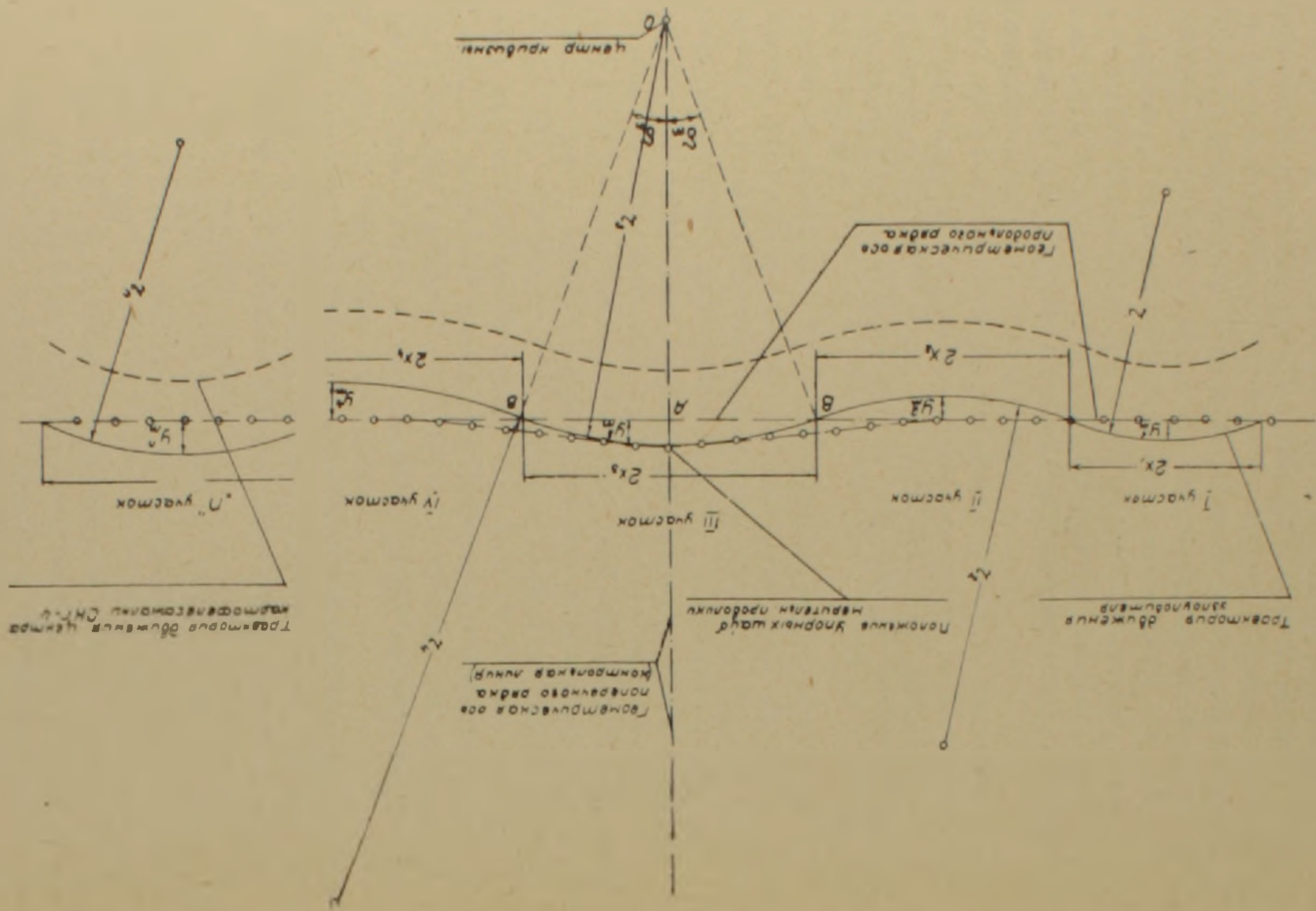
Величина угла δ (форм. 2) находится в прямой пропорциональности от величины x и обратной от величины r . Угол δ , в зависимости от значения x и r , при криволинейном движении агрегата, меняет свое значение то 0 до $\delta_{\max}$. Угол δ принимает значение $\delta_{\max}$ в момент перехода от одной кривизны к другой (точки В, фиг. 1) и, если значение угла $\delta_{\max}$ превышает предельно допустимое его значение, то качество посадки или посева резко ухудшается.

На основании фиг. 1 можно полагать, что непрямолинейность движения агрегата существенным образом может влиять и на перемещения упорных шайб мерной проволоки в отношении геометрической оси продольных и поперечных рядков.

Мерная проволока во время работы машины за счет натяжения, создаваемого натяжными станциями, находится под постоянным напряжением в 50 кг. Проволока испытывает также некоторые силы натяжения, ослабляясь перед агрегатом в результате имеющегося трения между мерной проволокой и направляющими роликами узлоуловителя, а также периодического отталкивания вилки узлоуловителя для включения автомата.

Наблюдения за работой картофелепосадочным агрегатом КД-35 с СКГ-4 в 1952—1953 гг. в Ленинском районе Московской области и в 1954 г. в г. Нор Баязете Армянской ССР, показали, что во время работы часть мерной проволоки приподнимается на высоту узлоулови-

Фиг. 1.



теля и с узлоуловителем копирует траекторию движения агрегата. Проволока в приподнятой части принимает вид равнобедренного треугольника, в вершине которого находится узлоуловитель. Но так как проволока натянута, то перемещение упорных шайб по отношению продольного ряда вызывает увеличение напряжения на проволоке, которое выпрямляет и частично растягивает проволоку за счет ее упругой деформации.

Сошники сажалки, находясь на перпендикулярной линии и, располагаясь симметрично к продольной оси машины, будут копировать траекторию движения машины.

Максимальные отклонения гнезд в продольных рядах от их геометрической оси будут эквивалентны значениям $u_{\text{макс}}$ и рабочие органы культиваторов, как показали наши наблюдения, способны копировать посадку в продольном направлении.

Из сказанного следует, что смещение гнезд картофеля (по траектории движения машины) от геометрической оси продольного ряда не является фактором, мешающим проведению междурядной обработки в продольном направлении.

Кроме того при хорошей организации работы и умении тракториста вести агрегат, копируя первоначальный путь, количество повреждения сельскохозяйственных растений, при движении агрегата по продольному направлению, может быть сведено к минимуму.

Что касается смещений (Δx) упорных шайб мерной проволоки от геометрической оси поперечных рядков, соответствующих значениям $u_{\text{макс}}$, то результаты наших опытов в 1952—53 гг. по посадке картофеля в Московской области показали, что величина смещений (Δx) зависит от величины $u_{\text{макс}}$ и расстояний от натяжных станций мерной проволоки.

Согласно полученным данным, на расстоянии 10—15 м от натяжных станций при $u_{\text{макс}} = 800$ мм, смещение Δx составляет лишь 20 мм. Дальнейшим увеличением расстояний от натяжных станций величина Δx уменьшается и на расстоянии 40—45 м почти исчезает, приравниваясь нулю.

Очевидно, что действие на проволоку, заставляющее отклоняться ее от геометрической оси продольного ряда, распространяется от точки действия (узлоуловителя) в обе стороны примерно на одинаковое расстояние, а проволока, если натяжная станция не находится в этой зоне действия, принимает вид равнобедренного треугольника, составляющего некоторый угол с продольно-вертикальной плоскостью.

В том же случае, когда натяжная станция находится в этой зоне, проволока принимает вид треугольника с острым углом и распределение сил на сторонах изменяется, увеличиваясь в короткую сторону (в сторону натяжной станции). Правда, в этом случае, за счет упругой деформации проволоки и сжатия пружины динамометра, включенного между проволокой и натяжной станцией, несколько увеличивается длина этой части проволоки. Поэтому, чтобы точка сопри-

косновения проволоки с узлоуловителем передвигались по геометрической оси рядка, т. к. другая часть относительно длиннее и свободнее, то проволока по узлоуловителю скользит в сторону натяжной станции и тем самым упорная шайба мерной проволоки смещается от геометрической оси поперечного рядка.

На основании приведенных данных (фиг. 2) и наблюдений за работой СКГ-4 за 1952—1954 гг. можно сказать, что в большинстве случаев $u_{\text{макс.}}$ колеблется в пределах 0,25—0,3 м, а при таком значении Δx , как указано выше, смещение на расстояние 10—15 м от натяжных станций исчезает.

Следовательно, криволинейное движение агрегата в рабочей зоне проволоки можно считать, что почти не влияет на перемещение упорных шайб мерной проволоки от геометрической оси поперечных рядков.

Отсюда следует, что нормальная раскладка гнезд в поперечных рядках посадки не страдает от смещения упорных шайб мерной проволоки по отношению геометрической оси поперечных рядков, т. к. это смещение в рабочей зоне проволоки почти исчезает.

Если принять, что все остальные факторы, кроме непрямолинейности движения агрегата, влияющие на правильную раскладку гнезд поперечным рядкам посадки отсутствуют, то обозначая через:

m — отклонения центров гнезд от геометрической оси поперечного рядка в мм,

B — ширина захвата машины в мм,

b — ширина междурядий в мм,

Z — фактическое междурядие в мм,

и, принимая на кривизне траектории движения агрегата два соседних радиуса, на расстоянии, соответствующем ширине междурядий, за параллельной линией, то на основании фиг. 3 будем иметь:

$$m = (B - 0,5b) \sin \delta \dots \dots \dots (3)$$

а

$$Z = b - 2m = b - 2(B - 0,5b) \sin \delta$$

или

$$Z = b(1 + \sin \delta) - 2B \sin \delta \dots \dots \dots (4)$$

Рассматривая формулу 3, приходим к заключению, что величина отклонения центров гнезд от геометрической оси поперечного рядка m , при постоянной величине ширины захвата машины B и постоянной ширине междурядий b , изменяется прямо пропорционально величине δ . Величина m становится нуль, (что нам и нужно), тогда, когда значение угла δ стремится к нулю. Последний будет иметь место в том случае, когда агрегат движется строго прямолинейно.

По агротехническому требованию с точки зрения обеспечения междурядной обработки без повреждения растений значения m не

должны превышать ± 50 мм*. Тогда максимально-допустимое значение угла $\delta_{\text{макс. доп.}}$ для картофелесажалки СКГ-4 будет:

$$\sin \delta_{\text{макс. доп.}} = \frac{m}{(B - 0,5 b)} = \frac{50}{3,5 \cdot 70} = 0,0204$$

откуда

$$\delta_{\text{макс. доп.}} \approx 1^\circ 10'$$

Результаты опытов

Результаты обработки полевых опытов в колхозе „Верный путь“ Ленинского района Московской области за 1953 г. по определению смещения ($y_{\text{макс.}}$) упорных шайб мерной проволоки от геометрической оси продольного рядка и длины хорды ($2x$), стягивающей дугу окружности, приводятся в виде частотной кривой (фиг. 3).

На основании экспериментальных данных y и x согласно уравнений 1 и 2 рассчитаны значения радиусов (r) кривизны траектории движения картофелесажалки СКГ-4 и соответствующие значения угла максимальных отклонений ($\delta_{\text{макс.}}$) поперечной линии гнезд от геометрической оси поперечного рядка.

В соответствии с этими значениями $\delta_{\text{макс.}}$ составлены вариационные ряды r и δ , а также построены частотные кривые, показывающие характер их изменения (фиг. 4).

В практике исследований в большинстве случаев мы встречаемся с нормальным распределением. Но нередко встречаются и несимметричные распределения частот, в которых, начиная с наибольшей, частоты в одну сторону уменьшаются более, чем в другую.

В нашем случае построенные частотные кривые экспериментальные y и x и экспериментально-расчетные r и δ относятся к последнему виду распределения.

Такие распределения достаточно хорошо могут быть выравнены и приведены к нормальным распределениям при помощи распределения Шарлье**.

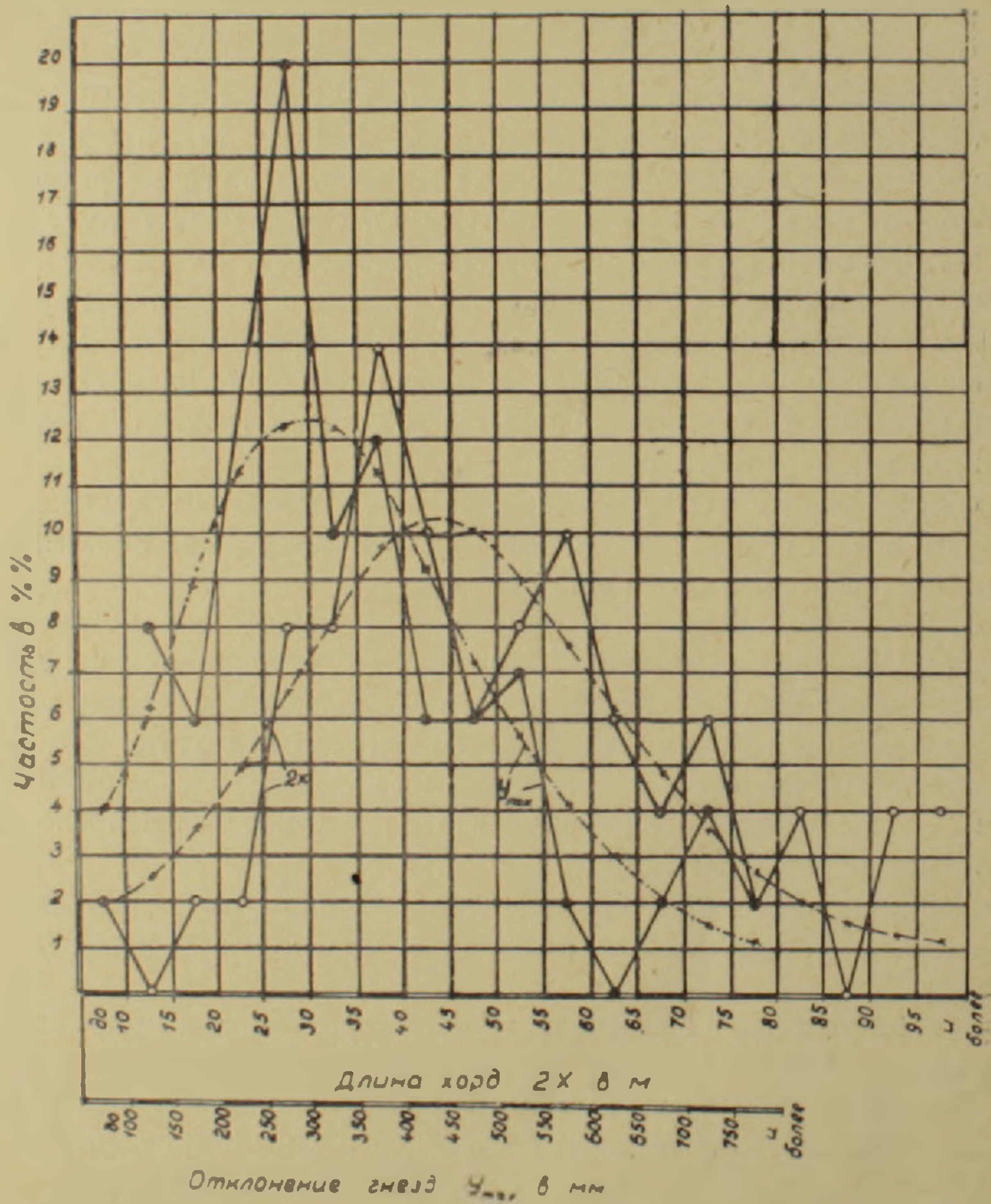
Качество раскладки гнезд в поперечных рядках при криволинейном движении агрегата, как мы отметили выше, довольно значительно ухудшается за счет изменения величины угла (δ) отклонений поперечной линии гнезд от геометрической оси поперечных рядков.

Значения δ , как видно из уравнения 2 зависит от значений x , r и y , которые во время посадки являются переменными величинами. Значения последних зависят от ряда условий работы машины, к числу которых могут быть отнесены:

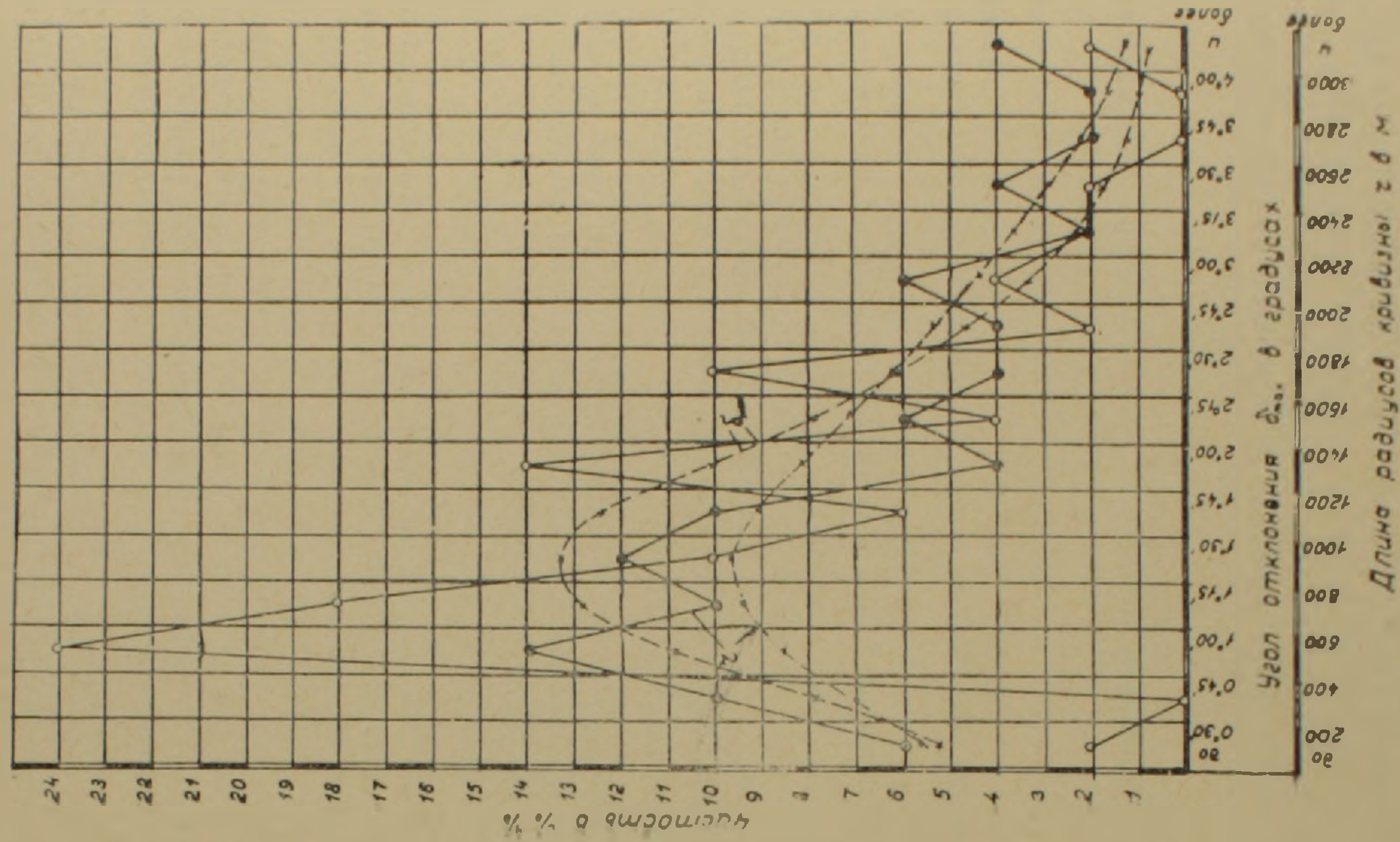
1. Подготовка почвы, рельеф местности (пересеченность), направ-

* С. Л. Герасимов, В. Д. Павлов, П. В. Павлов. Механизация квадратно-гнездовой посадки картофеля. Журн. „Механизация и электрофикация сельского хозяйства“, 1, 1953.

** Романовский. Применение математической статистики в опытном деле. Гос-техиздат, 1947.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

ление движения агрегата (поперек, продольно склону или в диагональном направлении).

2. Навык тракториста вести агрегат по прямой линии, исправность и вид ходового аппарата трактора и т. д.

Рассматривая частотные кривые γ и δ (фиг. 4) замечаем, что частота в процентах имеет максимальное значение при $\gamma = 800 - 1000$ а $\delta = 1^\circ 15' - 1^\circ 30'$.

Среднеарифметическое значение их по вариационным рядкам несколько отличается от среднего значения по соответствующей частотной кривой пунктирной $\gamma_{\text{ср. ар.}} = 1170$ м, а $\delta_{\text{ср. ар.}} = 1^\circ 35'$.

Среднее из максимальных значений по частотной кривой $\delta_{\text{ср. макс}}$ в нашем случае по сравнению с предельно допустимым значением угла δ превышает $0^\circ 05' - 0^\circ 25'$. Следовательно, такое отклонение несомненно в соответствующих поперечных рядках приведет к увеличению расхождения гнезд от геометрической оси продольного рядка.

Для большей наглядности рассчитаем, при постоянной величине $\gamma = 900$ м, $2x = 45$ м и $y = 0,275$ м количество поперечных рядков, имеющих отклонения гнезд в соответствии со значением угла отклонений поперечной линии гнезд от геометрической оси поперечного рядка.

Обозначая через:

L — длину гона в м.

$2x$ — длину хорды, стягивающей дугу пересеченной геометрической осью поперечного рядка в м.

b — ширину междурядия в м,

можем написать, что количество участков $K = \frac{L}{2x}$, имеющих длину $2x$.

В каждом таком участке будем иметь количество поперечных междурядий:

$$2n = \frac{2x}{b}$$

Следовательно, общее количество поперечных междурядий будет:

$$\frac{L}{b} = 2kn$$

Чтобы определить во скольких поперечных рядках, какие будут смещения гнезд от своей геометрической оси, рассмотрим этот вопрос следующим образом:

Углы отклонения δ_i

Количество поперечных рядков N_i

$$\delta_0 = \arcsin \frac{x - nb}{\gamma} = 0 \dots \dots \dots K$$

$$\delta_1 = \arcsin \frac{x - (n - 1)b}{r} \dots\dots\dots 2k$$
$$\delta_2 = \arcsin \frac{x - (n - 2)k}{r} \dots\dots\dots 2k$$
$$\dots\dots\dots$$
$$\delta_{n-1} = \arcsin \frac{x - b}{r} \dots\dots\dots 2k$$
$$\delta_n = \arcsin \frac{x}{r} = \delta_{\text{макс}} \dots\dots\dots K + 1$$

Общее количество поперечных рядков $N = \sum Ni = K + 2K(n - 1) + K + 1 = 2Kn + 1.$

При посадке картофеля с СКГ-4 имеем, что $b = 0,7$ м, а $L = 500$. Принимая еще (на основании фиг. 4) $2 x_{\text{ср}} = 45$ получим $K \approx 11$ уч., $n \approx 32$ поперечных междурядий в каждом участке и $N = 705$ поперечных рядков.

Подставляя значения в вышеуказанные уравнения, определим некоторые значения угла δ , а на основании форм. 3 и 4 соответствующие величины смещения гнезд от геометрической оси поперечного рядка и ширины междурядия.

Т а б л и ц а 1

Значения δ_i в градусах	Количество поперечных рядков N_i	Смещение гнезд от оси рядка m_i в см	Ширина между- рядия Z_i в см
$\delta_0 = 0^\circ 00'$	$N_0 = K = 11$	$m_0 = 0$	$Z_0 = 70$
$\delta_{11} = 0^\circ 25'$	$N_{1-11} = 2K11 = 242$	$m_{11} = 1,91$	$Z_{11} = 66,18$
$\delta_{21} = 0^\circ 55'$	$N_{12-21} = 2K10 = 220$	$m_{21} = 3,94$	$Z_{21} = 62,12$
$\delta_{35} = 1^\circ 09'$	$N_{22-35} = 2K4 = 88$	$m_{35} = 4,8$	$Z_{35} = 60,4$
$\delta_{32} = 1^\circ 26'$	$N_{36-32} = 2K6 + K + 1 = 144$	$m_{32} = 6,12$	$Z_{32} = 57,76$
	$N = 705$		

Рассматривая данные таблицы заключаем, что за два прохода агрегата при одной установке мерной проволоки и длине гона 500 м примерно в 144 поперечных рядках смещения гнезд от оси поперечных рядков превышает предел допустимого отклонения.

В указанных 144 рядках во время обработки междурядий будут иметь место повреждения или срезания гнезд рабочими органами культиватора.

В этих рядках повреждению или срезанию подлежат через каждые два прохода агрегата, при одной установке мерной проволоки, 2 гнезда.

Так как количество засаженных гнезд за два прохода составит:

$$\frac{L2B}{b^2} = \frac{L24b}{b^2} = \frac{L8}{b} \approx 5700 \text{ гнезд,}$$

следовательно, количество поврежденных гнезд составит 144 в процентном отношении ко всем засаженным гнездам:

$$\epsilon = \frac{144}{5700} \cdot 100 \approx 2,5\%.$$

Не считая еще других факторов, влияющих на правильную раскладку гнезд в поперечных рядках, процент повреждения и срезания гнезд только из-за криволинейности движения агрегата может оказать большое влияние на урожай этой площадки. Несмотря на то, что, с другой стороны, квадратно-гнездовая посадка повышает урожайность данной культуры.

Эти расчеты велись с условием, что все последующие проходы агрегата будут эквидистанты предыдущим, а радиус кривизны „г“ = 900 = const.

На основании полученных данных можно сделать ряд практических предложений о влиянии криволинейности движения агрегата на правильную раскладку гнезд в поперечных рядках.

Очевидно, что при конструировании картофелесажалки для квадратно-гнездовой посадки, особенно при выборе оптимальной ширины захвата машин и при эксплуатации, необходимо учесть влияние вышеуказанного фактора на качество посадки.

З а к л ю ч е н и е

Исследования по определению влияния криволинейности движения агрегата на расположения гнезд в продольных и поперечных рядках показывают:

1. Максимальное отклонение гнезд в продольных рядках от их геометрической оси в среднем не превышает 300 мм.

Рабочие органы культиваторов во время обработки междурядий способны копировать посадку. Следовательно, смещение гнезд картофеля от геометрической оси продольных рядков не является фактором, мешающим проведению междурядной обработки в продольном направлении.

2. В рабочей зоне мерной проволоки можно считать, что криволинейность движения агрегата не влияет на перемещение упорных шайб мерной проволоки от геометрической оси поперечных рядков. Следовательно, нормальное расположение гнезд в поперечных рядках не страдает от смещения упорных шайб мерной проволоки по отношению геометрической оси поперечных рядков, так как это смещение в рабочей зоне проволоки почти исчезает.

3. При посадке картофеля квадратно-гнездовым способом картофелепосадочным агрегатом из трактора КД-35 с машиной СКГ-4, за

счет криволинейности движения агрегата примерно $2 \div 2,5\%$ из всех посаженных гнезд возможны и повреждение и даже срезание. При конструировании машин для квадратно-гнездового посева и посадки сельскохозяйственных растений, особенно при выборе оптимальной ширины захвата, необходимо учитывать влияние возможности криволинейного движения агрегата.

Институт гидротехники и мелиорации
Министерства водного хозяйства
Армянской ССР

Поступило 5 VII 1955 г.

Դ. Մ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ:

ԿԱՐՏՈՅԻԼԻ «ՇԿԴ-4» ՄԵՔԵՆԱՅՈՎ ՔԱՌԱԿՈՒՄԻ-ԲՆԱՅԻՆ ՑԱՆԺ ԿԱՏԱՐԵԼՈՒ ԺԱՄԱՆԱԿ ԱԳՐԵԴԱՏԻ ՈՒՂԱԴԾԱՅԻՆ ՇԱՐՖՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԲՆԵՐԻ ՏԵՂԱԴՐՄԱՆ ՎՐԱ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Գյուղատնտեսական կուլտուրաների բերքատվության բարձրացման միջոցառումների շարքում առանձնակի տեղ է գրավում այդ կուլտուրաների քառակուսի-րնային ցանքի մեթոդը: Այդ ագրոտեխնիկական մեթոդը հնարավորություն է տալիս գյուղատնտեսության մեջ լայնորեն օգտագործելու նորագույն տեխնիկան և շեշտակի կերպով ավելացնելու գյուղատնտեսական մթերքների արտադրությունը:

Հոդվածում բերված են կարտոֆիլի քառակուսի-րնային ցանքի «ՇԿԴ-4» մեքենայի շահագործական ցուցանիշները բնութագրող տեսական և փորձնական տվյալներ, կապված նրա շարժման ուղղագծայնությամբ հետ:

Եթե ագրեգատը շարժվում է ոչ ուղղագիծ, ապա վերջինս անխուսափելիորեն բերում է կարտոֆիլի բների անկանոն տեղադրմանը—շեղմանը ցանքի երկու փոխուղղահայաց շարքերի նկատմամբ:

Այդ շեղումների իրական մեծությունները պատկերացնելու համար արտադրության պայմաններում կատարվել են որոշակի չափումներ, կապված ագրեգատի բնթացքի կորությունների շառավիղների և «ՇԿԴ-4» մեքենայի լայնական առանցքի անկյան (պահանջվելիք բնթացքի ուղղահայացից) փոփոխությունների հետ:

Բոլոր փորձարկումները կատարվել են 1952—53 թթ. Մոսկվայի մարզի Լենինյան շրջանի կուլտնտեսային դաշտերում:

Ստացված տվյալները ենթարկվել են մաթեմատիկական մշակման և կառուցվել են հաճախականության կորեր, որոնք բնութագրում են ագրեգատի շարժման ուղղագծայնությունը: Հաճախականության կորերի անսլիդր բերել է այն եզրակացության, որ գոյություն ունեցող կարտոֆիլի քառակուսի-րնային ցանքի KD-35 տրակտորով և «ՇԿԴ-4» տնկիչով կապված ագրեգատով ցանք կատարելիս, բների $2 \div 2,5\%$ -ը, միայն ի հաշիվ կորագծայնությամբ, տարարաշխում են միջշարքային տարածությունների հետագա մշակման գոտում, որի հետևանքով անխուսափելիորեն նրանք հետագայում ենթարկվում են ոչնչացման կամ, առնվազն, փաստվածքների:

Վերը ասվածները բերում են այն հիմնական եզրակացությունը, որ ա) գյուղատնտեսական կուլտուրաների քառակուսի-բնային ցանքի մեքենաների նախագծման ժամանակ, նրանց ընդդրկման լայնությունը որոշելիս, միանգամայն անհրաժեշտ է հաշվի առնել տվյալ ագրեգատի՝ աշխատանքի պայմաններում ցուցարկերած ուղղագծայնությունը, բ) հողվածում բերված տվյալները միանգամայն օգտագործելի են մեքենայի շահագործողների համար՝ ցանքն ավելի որակով կազմակերպելու աստիարակում: