

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ САМОРАЗВЁРТЫВАЮЩЕГОСЯ ЧИЗЕЛЯ (СЧ) И ПЛУГА-СКОБЫ

В.И.Корабельский, доктор технических наук, профессор

А.С.Кобец, кандидат технических наук, профессор

С.П.Сокол, кандидат технических наук, доцент

О.А.Демидов, старший преподаватель

Днепропетровский государственный аграрный университет

Одержано параметри гнучкої смуги металу для виготовлення саморозгортається чизеля. Визначено залежності орієнтації елементарних клинів при формоутворенні поверхні робочого органу

Важным условием при формообразовании лемеха является простота изготовления, т.е. желательно, чтобы сложная пространственная его форма выполнялась холодной гибкой из полосы металла (рис. 1) без разрывов и вытягивания. С этой целью паркетирование [1, 2] ведется не пространственным набором элементарных плоскостей (с последующим решением вопросов получения линий обреза и стыка), а с условием их принадлежности одной плоскости. Такое формообразование выполнено способом гибки условно тонкой ленты (рис. 2), которая при реальном проектировании является внутренней, контактирующей с почвой поверхностью.

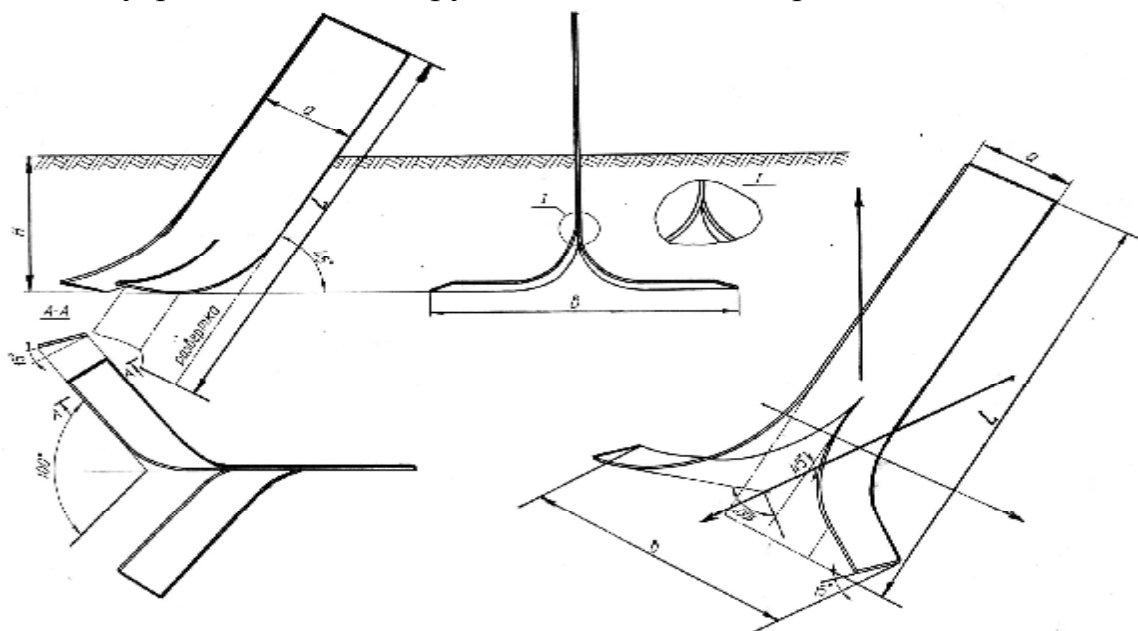


Рис.1. Саморазвёртывающийся чизель

Для возможности алгоритмизации сложного ориентирования паркетов методом гибки, условно разделяем весь процесс на составные элементарные операции [3]. Первоначально лист изгибаем под прямым углом; та-

кая операция производится с определенным радиусом, зависящим от толщины материала, но для простоты геометрического анализа получаемых форм гибку производим условно на идеально тонкой полосе строго под углом 90° (I, рис. 2). Далее производим изменение положения листа в профилно-проецирующем плане под углом α^1 ; при этом изменяется и положение нижней горизонтальной плоскости. Хотя она при указанном перемещении остается горизонтальной, но уже получает острый угол между режущей кромкой BK и осью ординат (γ_1), связанный с вышеизложенным изменением – $\gamma_1 = f \cdot (\alpha^1)$; $\gamma_1 = 90^\circ - \alpha^1$. Наклон полосы в проецирующем, относительно профилной плоскости, положении на угол α^1 усиливает режущие способности стойки; изменение положения нижней части органа на угол γ_1 также активизирует ее подрезающие качества. Затем ориентацию нижнего паркета производим так, чтобы он кроме подрезания еще и активно рыхлил пласт. Для этого производим пространственное перемещение двух паркетов до положения, когда нижняя плоскость расположится перпендикулярно заданному направлению воздействия. При этом весь орган проворачиваем относительно носка плоско-параллельным перемещением в плоскости, параллельной фронтальной, на угол α . При этом положение стойки в пространстве опять изменяется, хотя ее плоскость продолжает оставаться профилно-проецирующей. Нижний паркет (лапа) теряет при этом свое частное горизонтальное положение, приподнимаясь над горизонтальной плоскостью. Получаем плоскость частного положения (трехгранный клин ABC , рис. 3а), имеющий параметры, зависящие от α^1 и α .

По заданным углам наклона стойки α^1 и крошения α необходимо определить параметры трехгранного клина (β , γ , μ), образованного нижней частью лапы, и параметры гибки лапы (φ и ω). Углы γ_1 и α^1 , получаемые после второй фазы гибки, связаны между собой следующим образом (рис. 3б, 3в):

$$\gamma = 90^\circ - \alpha^1. \quad (1)$$

Параметры гибки имеют следующие значения:

$$\varphi_1 = \alpha^1; \quad \omega_1 = 90^\circ. \quad (2)$$

С целью придания нижней части лапы угла крошения α производим поворот (рис. 3.г) этой части вокруг точки K таким образом, что прямая BK не покидает плоскости III . В результате этого вращения точка L занимает положение L^1 , причем $\angle LKM = \angle L^1KM = \alpha$. При таком расположении нижнего паркета между угловыми параметрами существует следующая связь:

$$\mu = \gamma_1 - \alpha. \quad (3)$$

С учетом равенства (1) получим

$$\mu = 90^\circ - (\alpha + \alpha^1). \quad (4)$$

Определим значение угла γ по известным углам α и μ

$$\cos \mu = \frac{BC^2 + BA^2 - AC^2}{2BC \cdot BA}. \quad (5)$$

Вычислим значения параметров, входящих в это выражение:

$$BC = \left(\frac{OB}{BC} = \cos \gamma \right) = \frac{OB}{\cos \gamma}; \quad (6)$$

$$BA = \frac{OB}{\cos \alpha}; \quad AC = \sqrt{OC^2 + OA^2}; \quad (7)$$

$$OA = OB \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad OC = \left(\frac{OC}{OB} = \operatorname{tg} \gamma \right) = OB \cdot \operatorname{tg} \gamma. \quad (8)$$

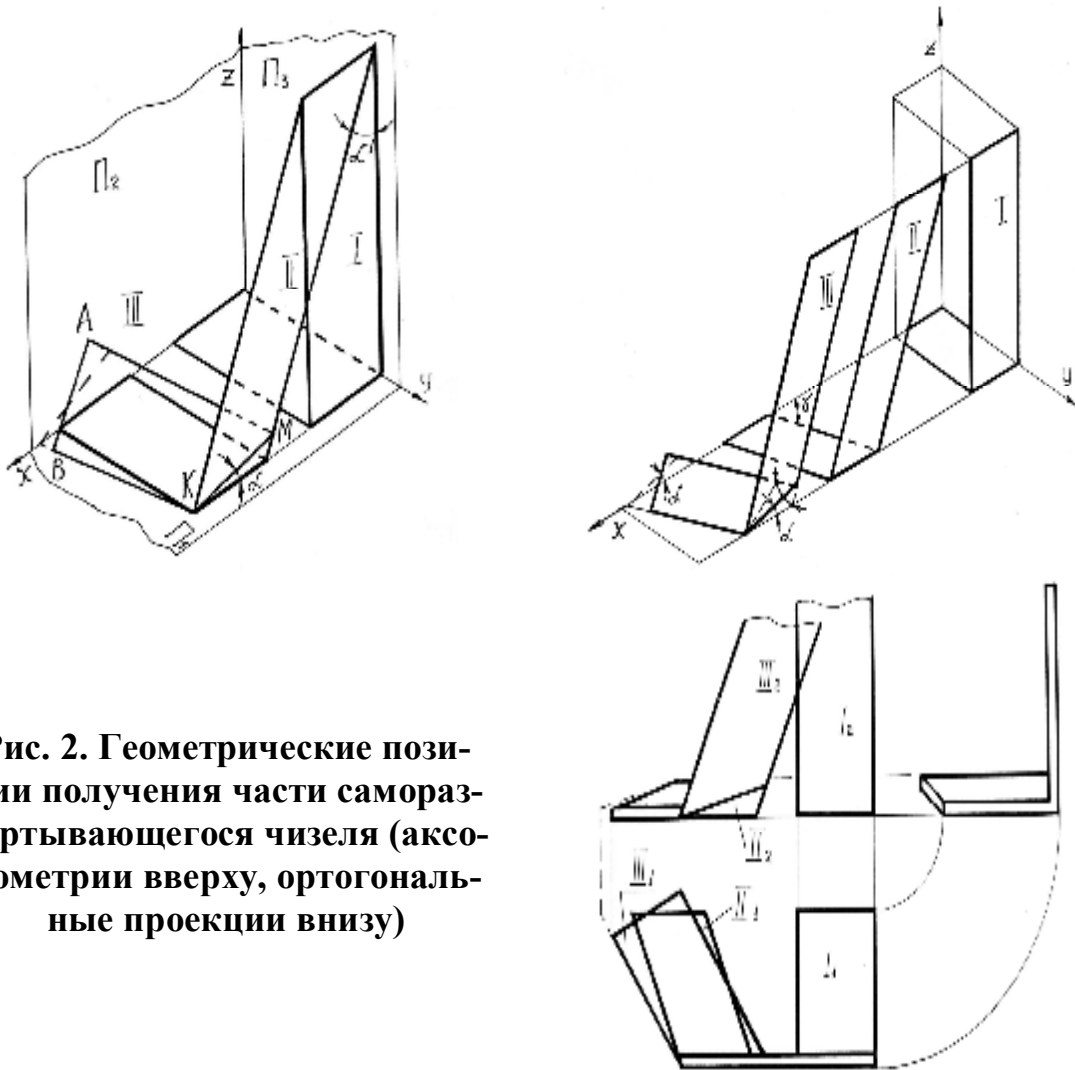


Рис. 2. Геометрические позиции получения части саморазвёртывающегося чизеля (аксонометрии сверху, ортогональные проекции внизу)

Подставив выражение (8) в равенство (7), получим, что

$$AC = OB \sqrt{\operatorname{tg}^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}. \quad (9)$$

В итоге:

$$\begin{aligned} \cos \mu &= \frac{\frac{OB^2}{\cos^2 \gamma} + \frac{OB^2}{\cos^2 \alpha} - OB^2 \cdot (tg^2 \gamma + tg^2 \alpha)}{2 \cdot \frac{OB^2}{\cos \gamma \cdot \cos \alpha}} = \\ &= 0,5 \cdot \left(\frac{1 - \sin^2 \gamma}{\cos^2 \gamma} + \frac{1 - \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \right) \cdot \cos \gamma \cos \alpha = \cos \gamma \cos \alpha . \end{aligned} \quad (10)$$

Или

$$\cos \gamma = \frac{\cos \mu}{\cos \alpha} . \quad (11)$$

Как видно из рис. 3г, $OA = OB \cdot tg \alpha = OC \cdot tg \mu$, но $OC = OB \cdot tg \gamma$, тогда $OA = OB \cdot tg \alpha = OB \cdot tg \gamma \cdot tg \mu$. (12)

Откуда $tg \alpha = tg \gamma \cdot tg \mu$ или $tg \mu = \frac{tg \alpha}{tg \gamma}$. (13)

Параметры гибки, т.е. углы φ и ω , определим следующим образом. Угол φ представляем как угол между задней кромкой нижнего паркета и прямой, лежащей в плоскости этого паркета и перпендикулярной к линиигиба KM . По рис. 3а

$$\varphi = 90^\circ - \mu . \quad (14)$$

Угол ω определим как угол между стойкой и нижним паркетом в плоскости, перпендикулярной линиигиба, т.е. как угол между прямыми RN и PN .

В соответствии с теоремой косинусов запишем:

$$\cos \omega = \frac{AE^2 + AD^2 - ED^2}{2AE \cdot AD}; \quad (15)$$

$$AE = \left(tg \alpha = \frac{BA}{AE} \right) = \frac{BA}{tg \alpha}, \text{ аналогично } AD = \frac{BA}{tg \mu};$$

$$ED = \cos \gamma = \frac{BE^2 + BD^2 - ED^2}{2BE \cdot BD} = \sqrt{BE^2 + BD^2 - 2BE \cdot BD \cdot \cos \gamma}; \quad (16)$$

$$BE = \left(\sin \alpha = \frac{BA}{BE} \right) = \frac{BA}{\sin \alpha}, \text{ аналогично } BD = \frac{BA}{\sin \mu};$$

$$ED = BA \sqrt{\frac{\sin^2 \mu + \sin^2 \alpha - 2 \cos \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \sin \mu}{\sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \mu}} . \quad (17)$$

Подставив выражение (16) в равенство (15), получим, что

$$\cos \omega = \frac{(2 \cos \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \sin \mu - 2 \sin^2 \mu \cdot \sin^2 \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot \sin \mu}{2 \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \mu \cdot \cos \alpha \cdot \cos \mu} = \frac{\cos \gamma - \sin \alpha \cdot \sin \mu}{\cos \alpha \cdot \cos \mu}.$$

С учетом зависимости (11)

$$\cos \omega = \frac{\frac{\cos \mu}{\cos \alpha} - \sin \alpha \cdot \sin \mu}{\cos \alpha \cdot \cos \mu} = \frac{\cos \mu - \sin \alpha \cdot \sin \mu \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \mu} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \mu. \quad (18)$$

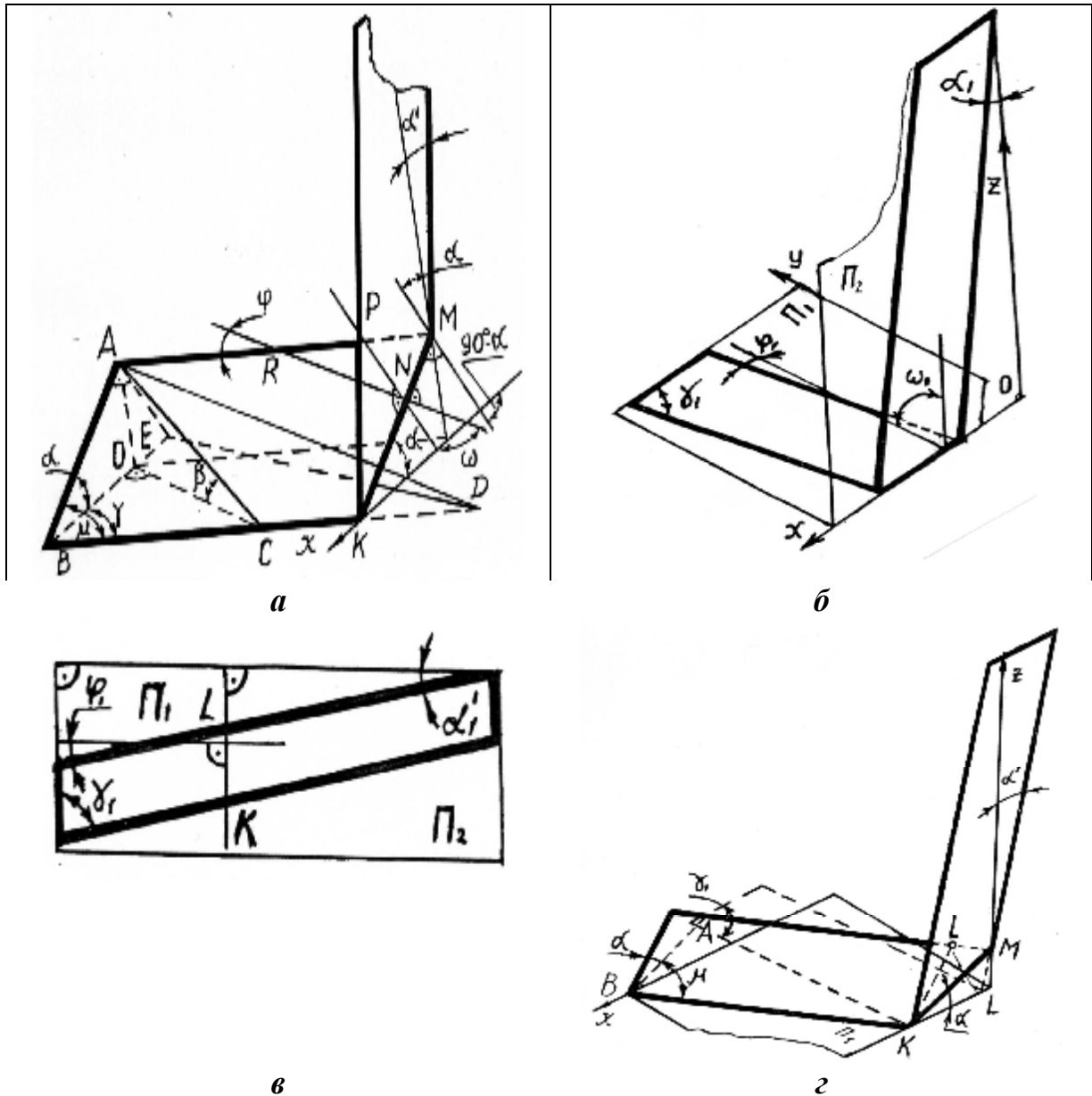


Рис. 3. Последовательность гибочных операций с плоской лентой для получения параметров лемеха чизеля: а – общий вид левой части лемеха; б – изгиб ленты при фронтально проецирующем положении стойки и лемеха; линия изгиба не перпендикулярна кромкам ленты для обеспечения углов резания лемеха (γ_1) и стойки (α^1); в – вид на лемех сверху; з – изменение линиигиба для получения угла α , обеспечивающего рыхление подрезного слоя (наклонное положение стойки α^1 не должно изменяться).

Таким образом, установлена связь между заданными углами α , α' и углами трехгранного клина (4), (11) и (13) и получены значения параметров гибки (14) и (18). Определение таких зависимостей позволяет конкретно определять ориентацию элементарных плоскостей (паркетов) при формообразовании поверхностей рабочих органов по наперед заданным в объемной модели направлениям воздействия.

Указанные исследования позволяют использовать саморазвёртывающийся чизель (рис. 1) в сочетании с зеркально-симметричной его формой в организации скобы (рис. 4), обеспечивающей интенсивное рыхление скобой в зоне ориентации рядка и дополнительное, менее интенсивное, рыхление по бокам, тем самым обеспечивая увеличение разрыхляемого объема с повышением влагоаккумулятивности и аэрации получаемого слоя.

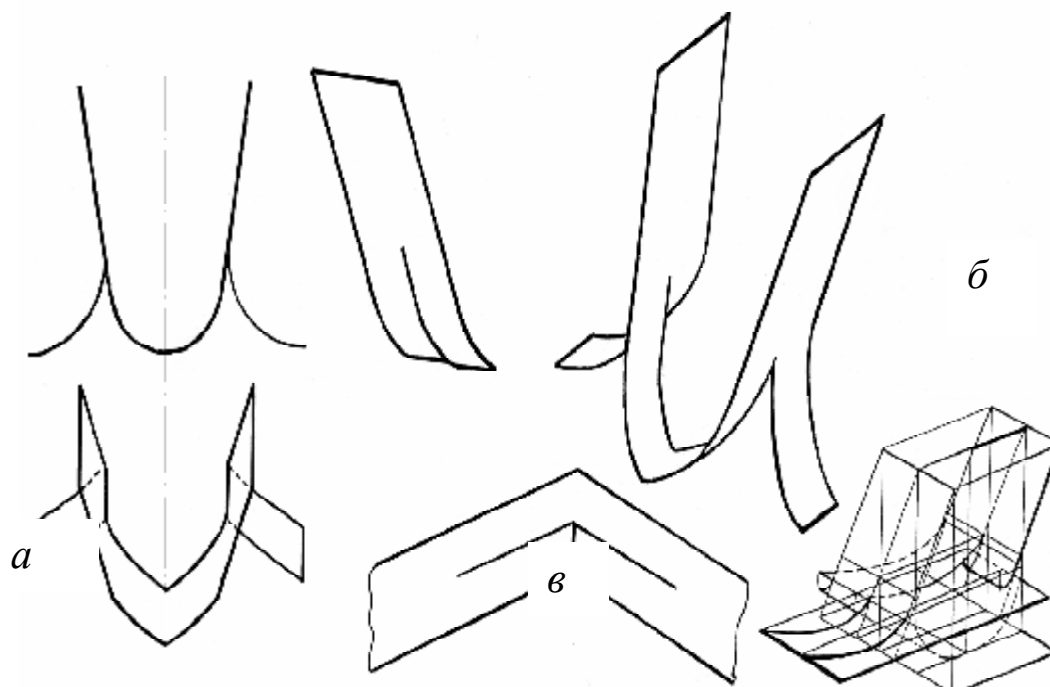


Рис. 4. Почвообрабатывающая саморазвёртывающаяся скоба:
***a* – ортогональные проекции; *б* – наглядные изображения**
(аксонометрия); *г* – развёртка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корабельский В.И. Обоснование формы и параметров почвообрабатывающих органов с помощью геометрического моделирования основных технологических требований: Дис... доктора техн. наук по специальности 05.05.01 «Механизация с.- х. производства». – Челябинск, 1988. – 506 с.
2. Разработка почвообрабатывающих машин и орудий по условиям сохранения экологии почвы / Корабельский В.И., Кобець А.С., Адамчук В.В., Гуков В.Я., Сокол С.П. // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / Институт геотехнической механики НАНУ. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 63. – С. 167–171.
3. Корабельский В.И., Погорелый В.В. Технологические основы формообразования криволинейных рабочих органов рыхлителей // Труды Таврической гос. агротехн. академии. – Мелитополь, 2006. – Вып.40. С. 74–82.