

ОСЕВОЕ УРАВНОВЕШИВАНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ, ОСНАЩЕННЫХ РЕЗЦАМИ С РАБОЧЕЙ БОКОВОЙ ГРАНЬЮ

Бойко Н.Г., докт. тех. наук., проф.,
Бойко Е.Н., канд. техн. наук, Федоров О.В., канд. техн. наук,
Донецкий национальный технический университет

Разработана методика уменьшения осевого усилия, формирующегося на исполнительных органах очистных комбайнов, оснащенных резцами с рабочей боковой гранью.

The technique of reduction of an axial force formed on the effectors of stoping combines, equipped by cutters with a working lateral face, is developed.

Предварительные шахтные испытания резцов с рабочей боковой гранью (проведенные на шахте “Южнодонбасская” №1, комбайн 1ГШ-68) показали, что усилия, формирующиеся на них в процессе разрушения пласта, рис. 1 а, увеличивают осевую силу на исполнительном органе и приводят к смещению комбайна в направлении выработанного пространства [1]. Причина этого в следующем. При оснащении забойной группы I исполнительного органа резцами с рабочей боковой гранью, боковые усилия, формирующиеся на рабочих боковых гранях этих резцов, всегда направлены в сторону выработанного пространства, т.е. сонаправлены с боковыми усилиями на резцах кутковой группы II, рис. 1 б.

Для снижения осевой силы на исполнительном органе необходимо, чтобы боковые составляющие усилий, формирующихся на рабочих боковых гранях резцов забойной группы, рис. 1 а, а также боковые усилия, формирующиеся на резцах кутковой группы, компенсировались боковыми составляющими усилий на передних гранях резцов забойной группы. Этого можно достичь правильным выбором ширины и угла наклона передней грани резцов забойной группы (резцов с рабочей боковой гранью).

Аналитически условие осевой уравновешенности исполнительного органа, забойная группа которого сформирована резцами с рабочей боковой гранью, может быть представлено в виде

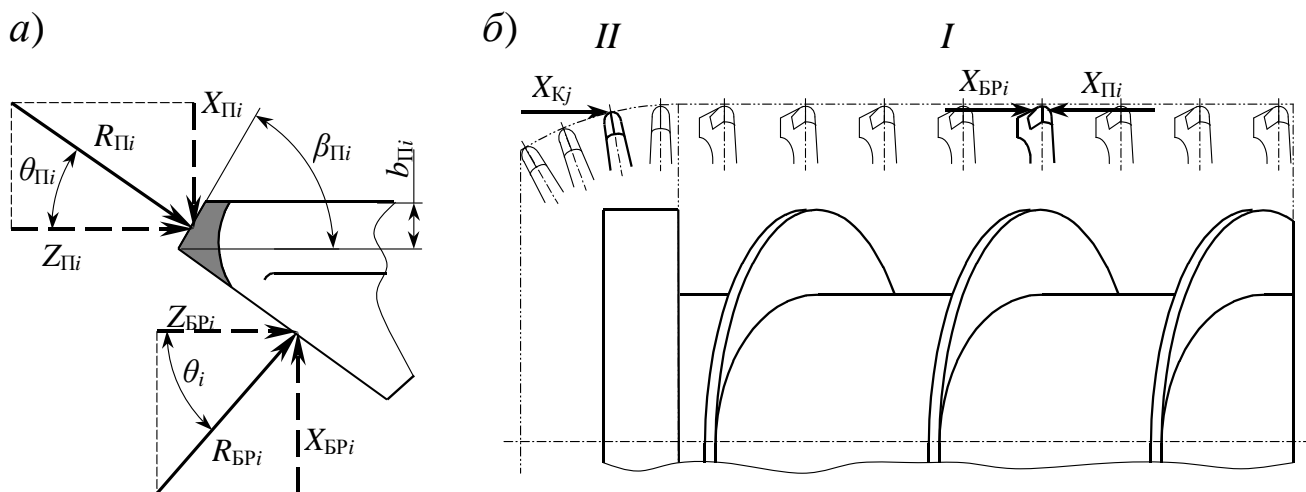


Рисунок 1 — Усилия, формирующиеся на резце с рабочей боковой гранью (а) и схема формирования осевого усилия на исполнительном органе (б)

$$\bar{F}_Y = \sum_{i=1}^{n_3} \bar{X}_{\Pi i}(\varphi_i) - \sum_{i=1}^{n_3} \bar{X}_{\text{БР}i}(\varphi_i) - \sum_{j=1}^{n_K} \bar{X}_{\text{К}j}(\varphi_j) \approx 0, \quad (1)$$

где \bar{F}_Y — суммарное осевое усилие, формирующееся на исполнительном органе; $\bar{X}_{\Pi i}(\varphi_i)$, $\bar{X}_{\text{БР}i}(\varphi_i)$ и $\bar{X}_{\text{К}j}(\varphi_j)$ — математические ожидания боковых усилий, формирующихся соответственно на передней и рабочей боковой гранях i -го забойного резца и на j -м кутковом резце, повернутых на углы φ_i и φ_j относительно начала отсчета; n_3 , n_K — количество резцов соответственно забойной и кутковой групп, одновременно взаимодействующих с разрушаемым массивом.

Полностью уравновесить боковые усилия на резцах, т.е. добиться, чтобы указанная разность строго равнялась нулю, невозможно по следующим причинам: формирующиеся на резцах боковые усилия носят случайный характер, причем при встрече с твердыми включениями они могут многократно возрасти; количество резцов забойной и кутковой групп, одновременно взаимодействующих с разрушаемым массивом в процессе вращения исполнительного органа, может меняться; исполнительные органы различных типоразмеров могут иметь разные схемы набора резцов и, соответственно, различные сочетания числа резцов забойной и кутковой групп. Поскольку выпускать режущий инструмент с различными геометрическими параметрами для разных типоразмеров исполнительных органов эконо-

мически нецелесообразно, необходимо подобрать такие значения его параметров, которые позволят достичь удовлетворительной осевой уравновешенности для применяемых в настоящее время типоразмеров исполнительных органов и схем набора резцов на них.

Эта задача решалась методом математического эксперимента. Моделирование вектора внешнего возмущения для исполнительных органов различных типоразмеров, оборудованных режущим инструментом с рабочей боковой гранью, осуществлялось с помощью ПЭВМ в соответствии с математической моделью формирования усилий на резце с рабочей боковой гранью [1, 2] по специально разработанной программе. Программа предусматривала расчет сил и моментов, формирующихся на исполнительном органе, как функций угла его поворота, а также статистическую обработку этих величин.

Моделирование показало, что:

1. Формирующееся на исполнительном органе осевое усилие существенно изменяется в процессе работы. Величина этих изменений зависит от уравновешенности схемы набора резцов. На рис. 2 а приведен график изменения расчетного осевого усилия за оборот исполнительного органа (для шнека диаметром 0,8 м и шириной захвата 0,8 м).

2. Значительное влияние на величину осевого усилия оказывают параметры передней грани резца: ширина и угол ее наклона.

Для упрощения анализа и исключения влияния на результат горно-геологических условий (сопротивляемости пласта резанию, хрупко-пластических свойств угля и др.) определялся коэффициент осевой неуравновешенности, равный

$$k_{OH} = \bar{F}_Y / \bar{F}_Y^*, \quad (2)$$

где \bar{F}_Y и \bar{F}_Y^* — усредненные осевые усилия, формирующееся на исполнительном органе соответственно при наличии осевого уравновешивания и при его отсутствии (при $\beta_{Pi} = 90^\circ$).

На рис. 2 б показана зависимость коэффициента от ширины и угла наклона передней грани (для шнека диаметром 0,8 м и шириной захвата 0,8 м; отрицательные значения коэффициента k_{OH} соответствуют действию осевой силы на забой, положительные — в сторону выработанного пространства).

Математический эксперимент осуществлялся следующим образом. Для десяти различных типоразмеров исполнительных органов (шнеков), табл. 1, были разработаны схемы набора резцов с рабочей боковой гранью [1]. При этом рассматривались как типовые шнеки,

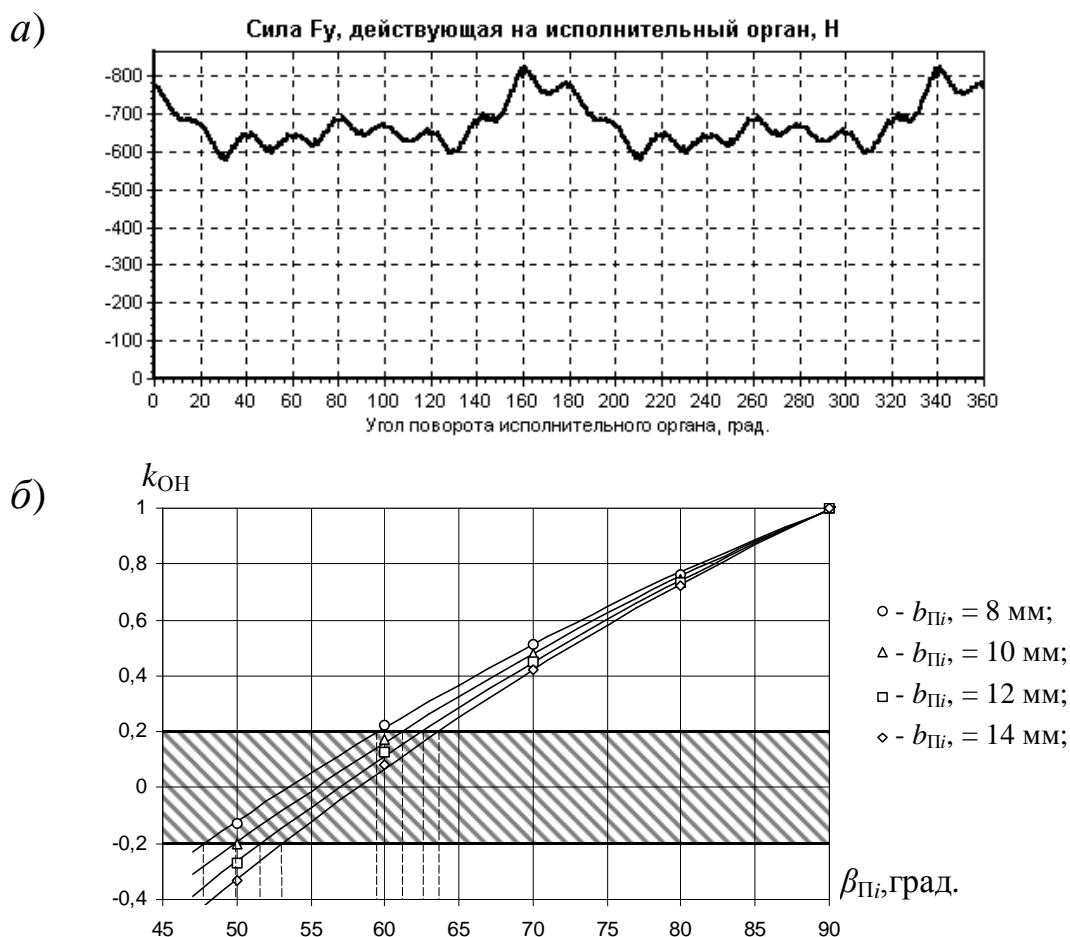


Рисунок 2 — График изменения расчетного осевого усилия за оборот шнека (а) и схема определения интервальных значений угла наклона передней грани (б)

так и шнеки с повышенной погрузочной способностью (с переменным углом подъема лопастей) [3].

Для всех схем набора с использованием вышеописанной программы определялись значения усредненной за оборот осевой силы и коэффициента k_{OH} при различных значениях ширины передней грани (8, 10, 12 и 14 мм) и угла ее наклона (90° , 80° , 70° , 60° и 50°). Зависимость коэффициента k_{OH} от угла наклона передней грани при неизменной ее ширине аппроксимировалась полиномом второй степени. На рис. 2 б (где, в качестве примера, приведены результаты расчета для схемы I) полученные значения представлены точками, а графики аппроксимирующих зависимостей — линиями.

Поскольку, как показано выше, добиться полной осевой уравновешенности ($k_{OH} = 0$) для всех схем невозможно, в качестве достаточного условия уравновешенности было принято $|k_{OH}| \leq 0,2$, что соот-

Таблица 1 — Типоразмеры исполнительных органов

Комбайн	Диаметр, мм	Ширина захвата, мм	Угол подъема лопасти	Число резцов		Обозначение схемы
				забойных	кутковых	
1К101	800	800	переменный	20	18	I
	800	800	постоянный	16	18	II
	800	630	переменный	16	18	III
	800	630	постоянный	12	18	IV
К103	710	800	переменный	18	14	V
	710	800	постоянный	14	14	VI
1ГШ68	1000	630	постоянный	16	20	VII
	1000	800		20	20	VIII
	1250	630		14	24	IX
	1250	800		20	24	X

ветствует пятикратному снижению осевого усилия. Предварительные расчеты показали, что при более жестком ограничении найти решение, удовлетворяющее всем схемам набора резцов, невозможно. На рис. 2 б интервал допустимых значений коэффициента k_{OH} заштрихован.

Для каждой аппроксимирующей кривой находились точки ее пересечения с границами интервала допустимых значений коэффициента k_{OH} . Таким образом, для каждой схемы набора резцов и каждого из четырех значений ширины передней грани был найден интервал допустимых значений угла наклона передней грани

На рис. 3 все полученные интервалы представлены графически (значения углов менее 50° не показаны, т.к. реализовать их технически сложно — это ведет к значительному ослаблению твердосплавной вставки). В нижней части диаграммы приведены интервалы значений углов, общие для всех десяти вариантов схем набора, т.е. любой угол наклона передней грани, принадлежащий этим интервалам, при соответствующей ширине передней грани обеспечит уравновешивание всех схем.

При выборе параметров передней грани: ширины и угла наклона, из интервалов допустимых значений необходимо учитывать требования снижения удельных энергозатрат разрушения и обеспечения прочности твердосплавной вставки [1]. С учетом этих требований получаем, что ширина передней грани резца должна составлять 10...12 мм, а угол ее наклона — $53...55^\circ$. Испытания резцов с рабочей боковой гранью, имеющих указанные параметры передней грани,

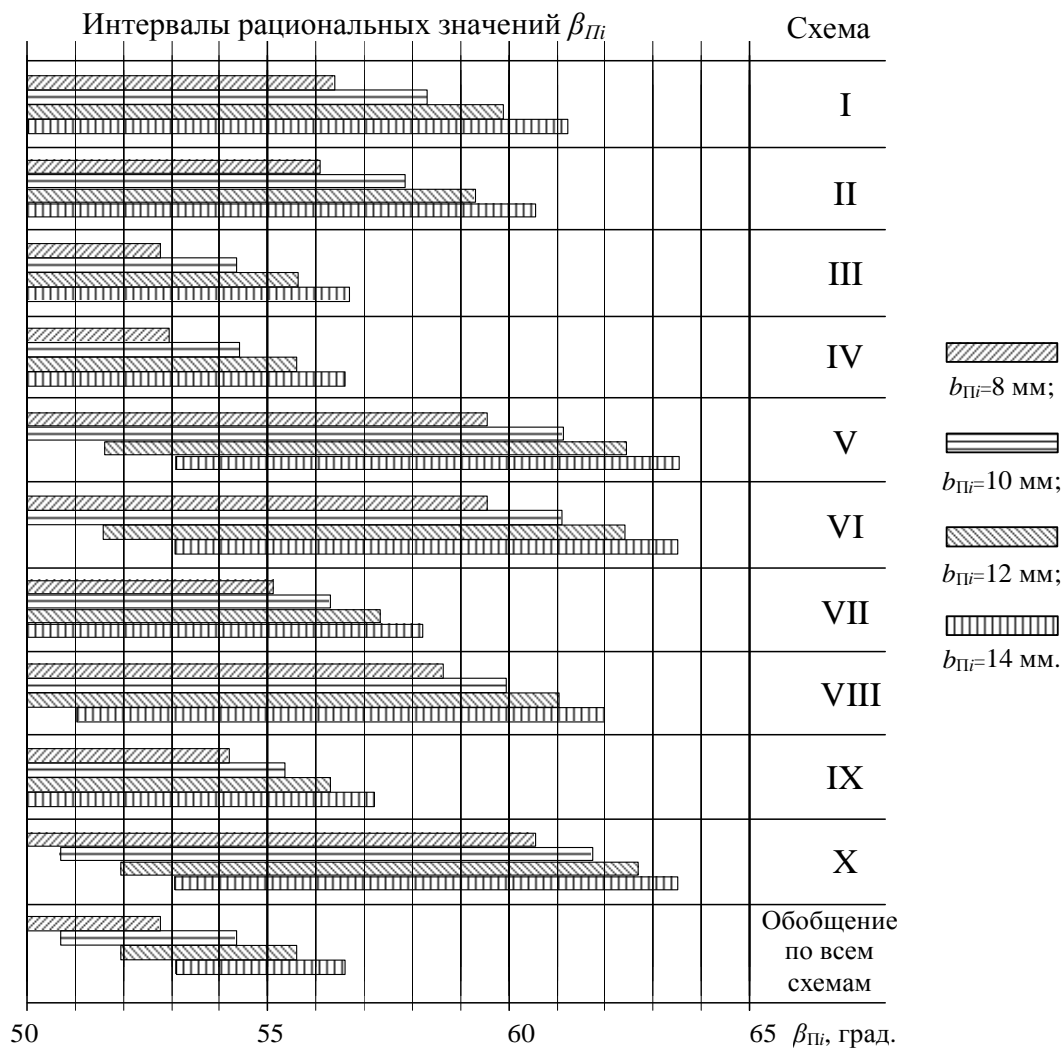


Рисунок 3 — Интервалы значений угла наклона передней грани, обеспечивающие осевое уравнивание исполнительного органа

проведенные в условиях 9 южной лавы пласта l_1 участка № 1 шахты им. Д. С. Коротченко ГХК «Селидовоуголь» на комбайне 1К-101У, показали удовлетворительную осевую уравнированность исполнительного органа — комбайн работал устойчиво, не смещаясь в сторону выработанного пространства.

Список источников

1. Федоров О.В. Обоснование параметров режущего инструмента с рабочей боковой гранью для очистных комбайнов. Дис. ... канд.техн. наук. — Донецк.: ДонНТУ, 2001. — 179 с.
2. Бойко Н.Г., Бойко Е.Н., Федоров О.В. Математическое моделирование мгновенных усилий, формирующихся на резце с рабочей боковой гранью. // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Випуск 35, серія гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонДТУ, 2001, с. 21-27.
3. Исполнительные органы очистных комбайнов для тонких пологих пластов /Бойко Н.Г., Болтян А.В., Шевцов В.Г., Марков Н.А. — Донецк: “Донеччина”, 1996. — 223 с.