

чатки возрастает на 12 % по сравнению с пшеничным хлебом.

Структура клетчатки создает ощущение привычного объема пищи и вызывает чувство насыщения при низкой энергетической ценности изделия. Неусвояемые углеводы в виде клетчатки сорбируют нежелательные продукты обмена веществ и способствуют их эвакуации из организма. Дефицит клетчатки в питании человека ведет к замедлению кишечной перистальтики. Поскольку клетчатка не всасывается в кишечник, то она быстро выводится из организма. Этим и объясняется необходимость обогащения изделий продуктами переработки нута.

Известно, что от правильного соотношения необходимых компонентов, входящих в состав пищевых продуктов, зависит нормальное функционирование органов и тканей и, в конечном счете, продолжительность жизни человека.

Хлеб с добавлением нутовой муки отличается оптимальным соотношением для организма человека кальция и фосфора (1:1,5), а также кальция и магния (1:0,5). Тогда как в хлебе из пшеничной муки первого сорта соотношение кальция и фосфора составляет 1:3,7, а кальция и магния - 1: 0,7. Повышенное содержание фосфора по сравнению с кальцием в продуктах питания приводит к образованию такого соединения как трехосновный фосфорнокислый кальций, который практически не усваивается организмом. Отрицательное влияние на всасывание кальция оказывает повышенное содержание магния в пищевом рационе. Объясняется это тем, что для растворения солей магния требуется их соединение с желчными кислотами.

Содержащийся в нуте магний (126 мг/100 г продукта) способствует нормализации давления, защищает мышцы сердца и кровеносных сосудов. Кальций нута (193 мг/100 г продукта) необходим также для содержания в здоровом состоянии зубов, костей, мышц сердца.

Таким образом, хлеб, выработанный с применением нута в виде цельнозерновой муки, может быть отнесен к группе продуктов для функциональ-

ного питания. Регулярное потребление такого изделия позволит регулировать физиологические процессы организма, улучшая его общее состояние.

Моделирование вакуумного тракта лучепровода миниатюрного электронно-лучевого оборудования

Львов Б.Г., Ветров В.А.

Московский государственный институт электроники и математики (МИЭМ), Москва

В настоящее время, используя новые достижения научно-технического прогресса, ведутся исследовательские работы, направленные на миниатюризацию дорогостоящего и уникального технологического и контрольно-аналитического оборудования, что позволяет осуществить его кардинальное удешевление и расширение сферы применения.

Применение технологий микроэлектроники и современных материалов позволяет иметь стоимость, массогабаритные характеристики и энергопотребление масс-спектрометров, газовых хроматографов, растровых электронных микроскопов, установок литографии и другого оборудования на порядок меньше по сравнению с традиционным исполнением.

Определены существенные функциональные требования к вакуумной системе миниатюрной электронно-лучевой колонны: рабочее давление в области электронно-оптической системы (ЭОС) не более $5 \cdot 10^{-2}$ Па, предельное остаточное давление в области миникатода $5 \cdot 10^{-7}$ Па, в вакуумной среде должны отсутствовать углеводородные соединения.

В соответствии с этими требованиями и концепцией электронно-оптической миниколонны, определяющей структуру вакуумного тракта лучепровода (ВТЛ) в виде отдельных отсеков, входы и выходы которых являются отверстиями диафрагм и вакуумной откачки, рассматриваются 3 расчетные вакуумные схемы колонны, представленные на рис. 1.

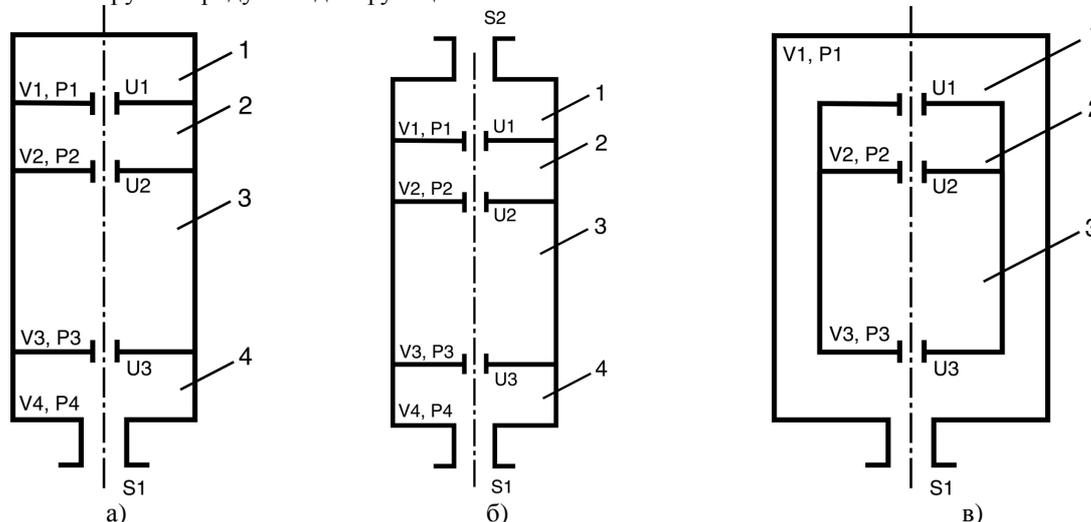


Рисунок 1. Расчетные вакуумные схемы колонны:

- а) с откачкой одним высоковакуумным насосом; б) с отдельной откачкой; в) с шунтированной откачкой;
 1 – секция катода; 2 – экстрагирующая секция; 3 – секция ЭОС; 4 – приемная камера;
 P – давление; V – объем; U – проводимость; S – быстрота действия насоса

Для расчета вакуумных характеристик при произвольном изменении сложной модульной структуры ВТЛ создана методика формирования моделей функционирования ВТЛ. Используя разработанную методику, построены модели, проведено моделирование и расчет вариантов откачки приведенных схем. В основе расчета лежит обобщенная модель функционирования (1):

$$V \frac{dP}{dt} = \sum_{i=1}^{n1} G_i (R - P) - \sum_{j=1}^{n2} C_j (P - P_j) + \sum_{k=1}^{n3} Q_k^a - P \sum_{m=1}^{n4} S_m + Q \quad (1)$$

где V – объем секции; P – давление в секции; C_i , C_j – проводимости соответственно i -го и j -го отверстия; Q_k^a – поток активных источников газа; S_m – эффективная быстрота откачки вакуумного насоса; Q – поток газовой выделенной; n_1 – число входных отверстий секции; n_2 – число выходных отверстий секции; n_3 – число источников газа; n_4 – число высоковакуумных насосов.

Формируя модели секций на основе обобщенной модели (1), получают системы дифференциальных уравнений для каждой из расчетных схем. Например расчетной схеме с шунтированной откачкой (рис. 1, в) соответствует система уравнений (2):

$$\begin{cases} -V_2 \frac{dP_2}{dt} = U_2(P_2 - P_3) + U_1(P_2 - P_1) - Q_2 \\ -V_3 \frac{dP_3}{dt} = U_3(P_3 - P_1) - U_2(P_2 - P_3) - Q_3 \\ -V_1 \frac{dP_1}{dt} = S_1 P_1 - U_1(P_2 - P_1) - U_3(P_3 - P_1) - Q_1 \end{cases} \quad (2)$$

Проведенное моделирование позволяет сделать следующие выводы:

- давление в секции ЭОС определяется проводимостью канала линз и не зависит от быстрот действия насосов в секции миникатода и приемной камеры; при принятых диаметрах отверстий линз давления $5 \cdot 10^{-2}$ Па достаточно для функционирования электронного луча; при меньших диаметрах линз необходимо соблюдать соотношения (3), обеспечивающие допустимые потери электронного зонда по вакуумному критерию;

$$\frac{Q_i}{U_i} \leq 10^{-2}, \quad \frac{U_i}{V_i} \geq 1, \quad (3)$$

где Q_i – суммарная газовая нагрузка в секции;

U_i – суммарная проводимость выходных отверстий секции;

V_i – объем секции.

- вакуум в секции катода и приемной камере определяется быстротой действия откачных средств, которыми они снабжаются; при этом существующие высоковакуумные миниатюрные средства откачки должны обеспечивать вакуум в секции катода менее $5 \cdot 10^{-7}$ Па и обладать быстротой действия в диапазоне $0,1 \div 10$ л/с;

- при заданных геометрических размерах элементов электронно-лучевой колонны и имеющихся в наличии в отечественной вакуумной технике высоковакуумных миниатюрных насосов наиболее предпочтительна принципиальная схема вакуумной минисис-

темы с шунтирующей откачкой миникатода (рис. 1, в).

Расчет размеров искусственных целиков при восходящем порядке отработки рудных тел

Минаев Д.Ю., Богуславский Э.И.

Санкт-Петербургский Государственный Горный институт (технический университет)

В настоящее время большую актуальность приобретают вопросы ведения горных работ на глубинах более 1000 м. Особого внимания требуют вопросы управления состоянием горного массива. Одним из возможных путей решения данных задач является ведение работ в восходящем порядке и применение комбинированных систем разработки, с разделением запасов горизонта на камеры I и II очереди. Камеры I очереди заполняют монолитной твердеющей закладкой, а камеры II очереди – сыпучей. Применение в качестве сыпучей закладки дробленых пустых пород и шлаков металлургических заводов позволит заметно снизить себестоимость закладочных работ и захоронить (или заскладировать) большое количество отходов горно-металлургического производства.

Основной целью исследований явилось расчеты размеров искусственных монолитных целиков в условиях сложного напряженного состояния при одновременном нагружении горным давлением и активным давлением сыпучей породной закладки камер II очереди с изменением параметров системы разработки при восходящем порядке отработки залежи. Выбор оптимальных параметров камер I и II очереди производился по условию минимальной себестоимости закладочных работ.

В результате исследований было установлено, что действующие на целик силы горного давления пород всяческого бока и активного давления сыпучей закладки нельзя рассматривать отдельно друг от друга, так как при решении данной задачи они взаимосвязаны. С одной стороны, искусственный целик является несущей конструкцией, разрушаемой горным давлением со стороны всяческого бока. С другой стороны, он работает как подпорная стенка в виде балки, защемленный с двух сторон тем же самым горным давлением. Критический момент наступает, когда с одной стороны монолитного целика находится сыпучая закладка камеры, а с другой стороны отработанная, но еще не заложённая камера.

Применение теории Кулона для расчета активного давления сыпучего в подземных условиях требует корректировки. Во первых, по теории Кулона на подпорную стенку давит только вес сыпучего, находящийся в объеме призмы сползания. В подземных камерах, длина которых составляет десятки метров, может возникнуть ситуация, когда верхнее ребро призмы сползания будет больше длины камеры и в формулу Кулона будет необходимо внести поправки. Во вторых, по теории Кулона подпорная стенка имеет бесконечную длину, что не соответствует условиям камерных систем разработки. При подземной разработке ширина подпорной