

Г л а в а IV. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

УДК 621.891

А.Ф.ПРИСЕВОК, канд. техн. наук (БПИ),
Л.В.БОЙКО (ПО „Химволокно“, г. Могилев)

ВОДОРОДНЫЙ ИЗНОС МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Исследование водородного износа изнашиваемых деталей химического оборудования является актуальным, но малоизученным вопросом в проблеме повышения долговечности машин. Опасность наводораживания металлов связана с резким снижением их прочности хрупкими разрушениями, обусловленными „водородным вспучиванием“.

Водород поглощается сталью в форме атомов, которые растворяются в кристаллической решетке железа, превращаясь при этом в протоны с отдачей электронов в обобществленный электронный комплекс металла. Помимо протонов, растворенных в междоузлиях кристаллической решетки (α -фаза), предполагается существование также протонов, связанных электронами, перешедшими с водородных атомов на α -уровни атомов железа (β -фаза).

Образование водорода при трении. В отличие от гальванических, коррозионных и других процессов при трении наводораживание металлов происходит в результате трибохимических процессов распада углеводородов смазки, топлива, пластмасс и прочих углеводородных сред, а также в результате диффузии атомарного водорода под влиянием сопутствующих процессов, вызываемых трением.

Известно, что контактное взаимодействие трущейся пары есть сложный энергетический процесс, когда в зоне контакта развиваются механохимические и физико-химические явления, сопровождающиеся появлением различных продуктов износа: газообразных, жидких, твердых. Среди газообразных продуктов износа имеется существенное количество водорода. Появление водорода в зоне трения металлов с полимерными материалами и металлов в среде смазки обусловлено его присутствием как в полимерных, так и в смазочных материалах в химически связанном состоянии [1–2].

Трение создает физико-химические условия протекания или ускорения реакций, которые в его отсутствие невозможны или идут настолько медленно, что не имеют практического значения. Однако трение вызывает или ускоряет выделение водорода до практических его концентраций только в тех случаях, когда достигнута соответствующая энергия активации металлической поверхности и протекающих на ней процессов адсорбции и хемосорбции углеводородов.

Методика исследования. Для исследования механизма изнашивания рабочих поверхностей деталей агрегатов производства химических волокон и

нитей была спроектирована и изготовлена установка, полностью моделирующая технологический процесс (рис. 1).

В качестве объектов исследования были приняты эталонные стальные образцы, хромированные в электрохимической ванне, и опытные образцы, упрочненные самофлюсующимся сплавом типа ПГ-СР4 (ГОСТ 21448–75). Масса тех и других образцов составляла 875..877 г, толщина нанесенного слоя в первом случае составляла 0,2..0,3 мм, во втором – 0,3..0,35 мм; твердость HRCэ 67..69 и HRCэ 58..62 (соответственно).

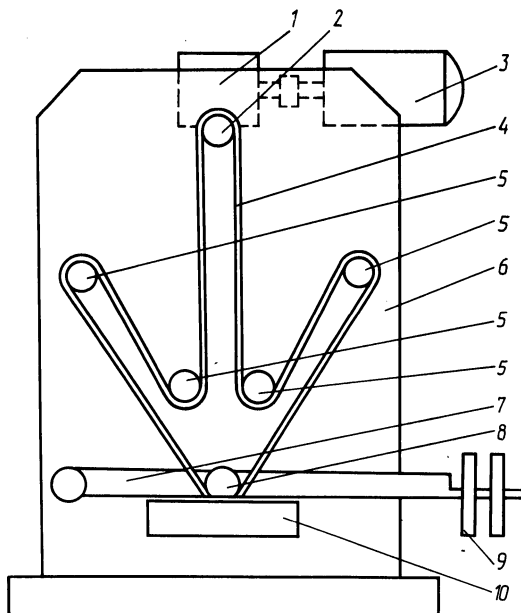


Рис. 1. Принципиальная схема установки для исследования наводороживания образцов при трении со жгутом из химического волокна

Испытываемые образцы (5) жестко крепились гайками на валках, а по их поверхностям протягивали жгут из полиэфирного волокна лавсан 4. Для обеспечения полной идентичности производственному процессу жгут смачивался замасливателем типа „Лауракс-9” (ТУ–6-14-882–73), которым была заполнена ванночка 10. Жгут приводился в движение от электродвигателя 3 и перемещался с заданной скоростью через редуктор 1 и ведущий ролик 2. Требуемое натяжение жгута волокна осуществлялось с помощью натяжителя 7 и грузиков 9.

Продолжительность испытаний составляла 2, 4, 5, 6, 7 и 8 часов. В каждом временном интервале проводилось по пять, шесть опытов. После испытанных образцы промывались водой и помещались в специальный прибор, предназначенный для хранения наводороженных образцов и определения объема выделившихся из них газов. Общее количество газов, выделившихся и собранных в микробюретке прибора, фиксировалось, после чего газовая смесь подвергалась хроматографическому анализу на хроматографе ХЛ-69.

Идентификация пика водорода на хроматограмме (рис. 2) проводилась с применением метода индивидуальных эталонных веществ [3], заключающегося в том, что введение в исследуемую смесь эталонного компонента приво-

дит к увеличению высоты соответствующего пика по сравнению с высотой этого пика на хроматограмме, полученной до введения эталона.

При совершенно одинаковых условиях хроматографирования искусственной смеси (см. рис. 2,а) подвергался анализу воздух (см. рис. 2,б). По времени удержания компонентов газовой смеси пик 1 на рис. 2,б соответствует кислороду, а пик 2 — азоту. Хроматографический анализ чистого воздуха (см. рис. 2,в) показывает, что пик 1 на рис. 2,в и 2,а соответствует одно-

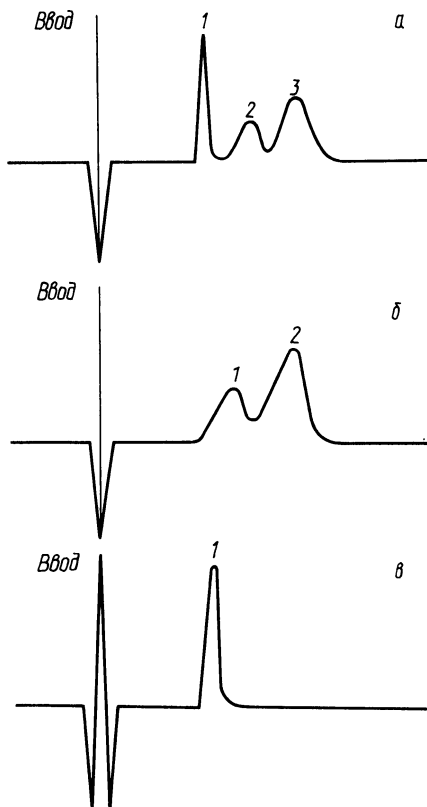


Рис. 2. Хроматограммы исследуемых газов:

а) искусственной смеси газов — 1 — водород, 2 — кислород, 3 — азот; б) воздуха — 1 — кислород, 2 — азот; в) водорода — 1 — водород

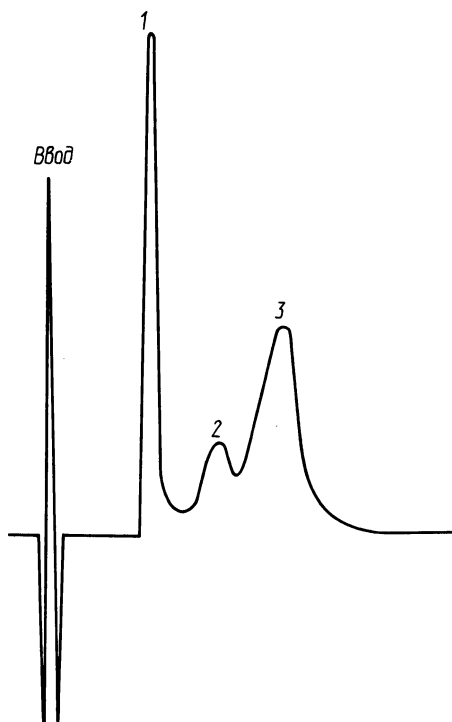


Рис. 3. Хроматограмма исследуемой смеси с введением эталонного вещества — водорода:

1 — водород; 2 — кислород; 3 — азот

му и тому же веществу, т. е. водороду. Это подтверждается и хроматограммой, показанной на рис. 3. Добавление чистого водорода к искусственной смеси газов (водород, кислород, азот) приводит к резкому увеличению пика 1, принадлежащего водороду.

Для количественного определения выделившегося водорода использован метод абсолютной калибровки по высотам пика [3].

Для построения калибровочного графика готовились искусственные смеси водорода и воздуха с определенным процентным содержанием водорода. Приготовление и анализ искусственных смесей и исследуемых газообразных проб проводились при одинаковых условиях с учетом поправок на температуру и давление. Калибровочный график представлен на рис. 4. Точность анализа составляет $\pm 1\%$ объема смеси газов. По оси абсцисс графика откладывалось процентное содержание водорода, содержащегося в объеме газовой смеси, выделившейся из исследуемых образцов. По оси ординат определялась высота пика водорода h (мм) в зависимости от его процентного содержания в смеси.

Разработанная методика исследования и созданная модель изнашивания позволили установить, что в зоне трения химических волокон и деталей происходят механохимические явления, сопровождающиеся выделением атомарного водорода. Выделившийся водород поглощается металлом, в результате чего последний разрушается (наблюдается „водородное вспучивание“).

Лабораторные испытания позволили провести исследование ряда металлов и сплавов и выявить из них наиболее пассивный к водородной проницаемости, т. е. наиболее износостойкий. На данном этапе исследований таким материалом явился сплав ПГ-СР4 (ГОСТ 21448–75), который оказался в 3,5 раза более износостойким, чем хромированные стали.

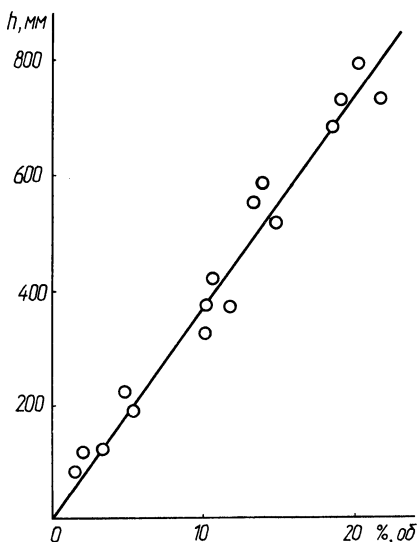


Рис. 4. Калибровочный график количественного определения водорода в смеси газов по высотам пика

ЛИТЕРАТУРА

1. Механохимические процессы, происходящие при трении пары металл — полимер / А.Ф.Присевок, Г.М.Яковлев, Л.В.Бойко и др. — В сб.: Машиностроение. Минск, 1981, вып. 6, с. 48–51. 2. Защита от водородного износа в узлах трения / Под ред. А.А.Полякова. — М., 1980. — 135 с. 3. Гольберт К.А., Вигдерегауз М.С. Курс газовой хромотографии. — М., 1974. — 187 с.