Исследование удаления ядер углерода при центральном ECR-нагреве на токамаке Т-10

В.А. Крупин, В.М. Байков, А.Г. Барсуков, А.А. Борщеговский, А.В. Горбунов, А.Ю. Днестровский, Л.А. Ключников, К.В. Коробов, В.Ф. Королёв, С.В. Крылов, Н.А. Мустафин, Н.Н. Науменко\*, В.А. Никулин, А.Р. Немец, М.Р. Нургалиев, Г.Н. Плоскирев, И.Н. Рой, Д.В. Сарычев, Д.С. Сергеев, Г.Н. Тилинин, В.И. Тройнов, В.М. Трухин, С.Н. Тугаринов

Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский институт» (НИЦ «КИ»),  
 Москва, Россия,  
\*ИФ НАН РБ, Минск, РБ

На токамаке Т-10 проведены эксперименты по удалению ядер основной примеси углерода из плазмы при центральном ЭЦР нагреве. Для измерения профилей концентраций ядер углерода NC+6(r) по сечению шнура использовались 2 независимые диагностики:

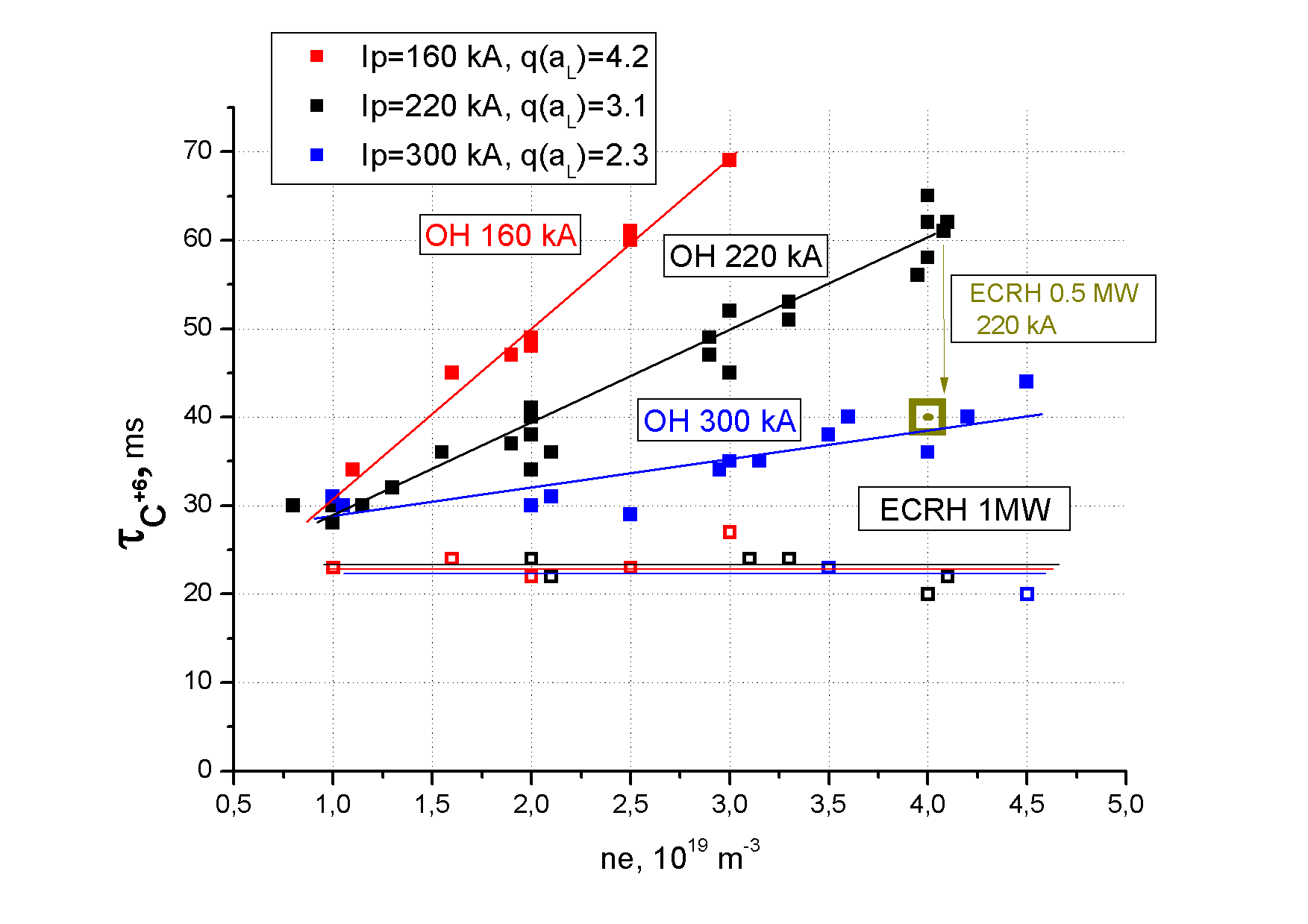
* Активная спектроскопическая диагностика (CXRS), производящая локальные измерения концентраций ядер углерода.
* Диагностика профиля эффективного ионного заряда из интенсивности тормозного континуума плазмы в видимой области спектра.

В плазменных разрядах токамака Т-10 в режимах с различными токами и плотностями плазмы были измерены профили концентрации ядер углерода в омических режимах и в режимах с дополнительным ЭЦР-нагревом мощностью 1 МВт.

Использование CXRS диагностики позволяет одновременно с концентрацией NC+6(r) определять концентрацию NC+5(r) иона С+5 из интенсивности пассивного свечения линии 5291Å. Это дает возможность определить ионизационный поток в ядра: ΛC+6 = Ne⋅NC+5⋅SC+5 (где SC+5 – скоростной коэффициент ионизации иона C+5 электронами), а с ним - балансное время удержания ядер углерода в шнуре: **τpart** = .

Из. Рис.1 видно, что в омических разрядах величина **τpart** нарастает с ростом плотности и спадает с ростом тока плазмы. В режимах с мощностью ЭЦР нагрева PECRH ≥ 1МВт времена удержания ядер углерода падают до уровня ~20мс и теряют зависимость от параметров разряда. Как следствие указанного поведения времени **τpart**, наиболее эффективный выброс ядер углерода за границу шнура при центральном ЭЦР нагреве реализуется в режимах Т-10 с предельными плотностями и малыми токами плазмы.

Рис. 1. Зависимость времени удержания ядер углерода от средней плотности разряда (красные точки – омические разряды с током 160 кА, чёрные – омические разряды с током 220 кА, синие – омические разряды с током 300 кА, открытые точки – разряды с ЭЦР-нагревом)



Отсутствие зависимости **τpart** от параметров ECRH разряда свидетельствует об утрате в ECRH плазме с мощностью PECRH = 3÷5 РОН всех исходных омических закономерностей удержания частиц. Важно отметить, что подобные качественные изменения удержания частиц не нарушают сохранения относительных профилей электронного давления в исследованных переходах OH → ECRH.