

Комбинированные деполаризаторы.

Клиновой деполаризатор Ханле эффективно превращает линейно поляризованное излучение в псевдодеполяризованное, но только при одном условии – азимут электрического вектора падающего излучения составляет 45° по отношению к оптической оси деполаризатора (оптическая ось в клине). В остальных случаях деполаризация не эффективна, а при четырех ориентациях входной поляризации – $0, 90, 180, 270^\circ$ – линейная поляризация проходит через деполаризатор без изменения при всех длинах волн. Это главный недостаток деполаризатора Ханле.

Часто встречающаяся и наиболее сложная задача – это деполаризация линейно поляризованного монохроматического излучения разных длин волн с произвольной, заранее не известной ориентацией азимута электрического вектора. Главное условие при проектировании такого деполаризатора – отсутствие выделенного направления по которому линейная поляризация в диапазонах длин волн может распространяться без трансформации. Для этого, элементы, имеющие оптическую ось и хорошо деполаризующие монохроматическое излучение, используются в композициях, исключая подобное явление. Такие деполаризаторы называют комбинированными.

В рекламных материалах фирмы «ORIEL» предлагается комбинированный деполаризатор, в котором компенсирующий клин из изотропного материала (плавленый кварц) в деполаризаторе Ханле заменен на двупреломляющий клин из кристаллического кварца. Оптические оси во встречных клиньях развернуты друг относительно друга в азимутальной плоскости на 45° . Утверждается, что данная комбинация деполаризаторов Лио и Ханле «объединяет достоинства и устраняет недостатки» последних. При этом минимальным размером пучка считается световой диаметр в 1 мм. Из приведенного в спецификации к деполаризатору углового расхождения в 3 угл.мин. мы оценили угол клиньев – не менее 4° . Поэтому можно провести расчет деполаризационных характеристик предлагаемого комбинированного деполаризатора (см. рис. 20).

Методика расчета почти такая же, как и для деполаризатора Ханле. На деполаризатор падает линейно поляризованное излучение с абсолютным поляризационным контрастом и произвольным азимутом поляризации относительно оптической оси первого клина (для определенности). Для луча с произвольным расположением в сечении пучка и длиной волны рассчитывается методом матриц Джонса преобразование состояния поляризации на выходе. Выходное излучение исследуется линейным анализатором. Интенсивности всех пучков с данным азимутом поляризации и длиной волны после анализатора суммируются интегрированием по сечению пучка. В качестве параметров выступают диаметр пучка с сечением в форме круга, угол встречных клиньев, азимутальный угол взаимной ориентации оптических осей в клиньях и толщины плоскопараллельных оснований в них (рис. 20). За меру качества деполаризации, как и ранее, принимается коэффициент деполаризации K_d , равный отношению наибольшей и наименьшей (или наоборот) интенсивностей в индикатрисе выходного излучения, т.е. степень отличия индикатрисы от круга. При расчете деполаризатора Ханле азимут входной поляризации относительно оси деполаризатора известен (45°), поэтому известны азимуты главных осей эллипса выходной интенсивности. В данном случае в алгоритм расчета приходится включать программу поиска главных осей выходной индикатрисы для разных азимутов электрического вектора во входном излучении. Для сопоставления характеристик деполаризатора Ханле и комбинированного деполаризатора «ORIEL» выберем такие же параметры: угол клиньев $q=3^\circ$, световой диаметр $D=10$ мм, толщина плоскопараллельных оснований $d=2$ мм. Азимут входной поляризации относительно оси первого клина выберем для наиболее характерных точек $\alpha=0^\circ$; $\alpha=45^\circ$; $\alpha=22,5^\circ$. Истинно характерными точками являются только азимуты $\alpha=0^\circ$ и $\alpha=45^\circ$. Значение $\alpha=22,5^\circ$ просто промежуточное.

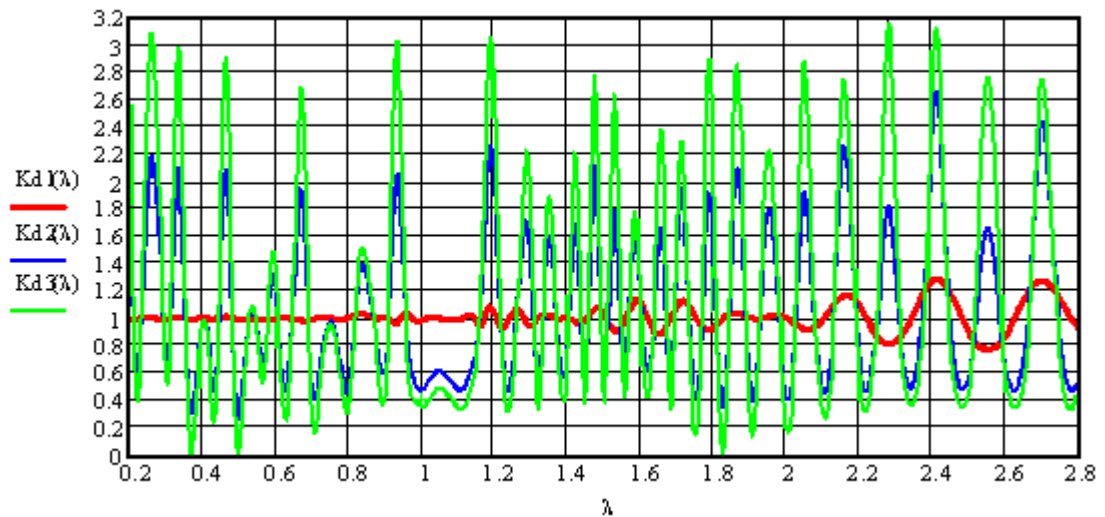


Рис.16. Спектральная зависимость коэффициента деполаризации комбинированного деполаризатора «ORIEL».

Световой диаметр $D=10$ мм, угол клиньев $q=3^\circ$, толщина плоскопараллельных оснований $d=2$ мм. Азимут входной поляризации α : $Kd1 - \alpha=0^\circ$, $Kd2 - \alpha=22.5^\circ$, $Kd3 - \alpha=45^\circ$.

Результаты для других ориентационных углов будут повторять указанные (с точностью до обратных значений Kd). Для деполаризатора Ханле лучшая деполаризация будет при азимуте в 45° , а при $\alpha=90^\circ$ - он вообще не работает. Для деполаризатора «ORIEL» наоборот - ориентационный угол $\alpha=90^\circ$ оптимальный, а при азимуте входной поляризации $\alpha=45^\circ$ - деполаризация менее всего эффективна. Но линейную поляризацию без трансформации комбинированный деполаризатор действительно не пропускает при любых ориентационных углах и длинах волн. На рис.17 на одном графике для сравнения приведены спектральные характеристики деполаризаторов Ханле и «ORIEL» в наиболее благоприятных для каждого условиях.

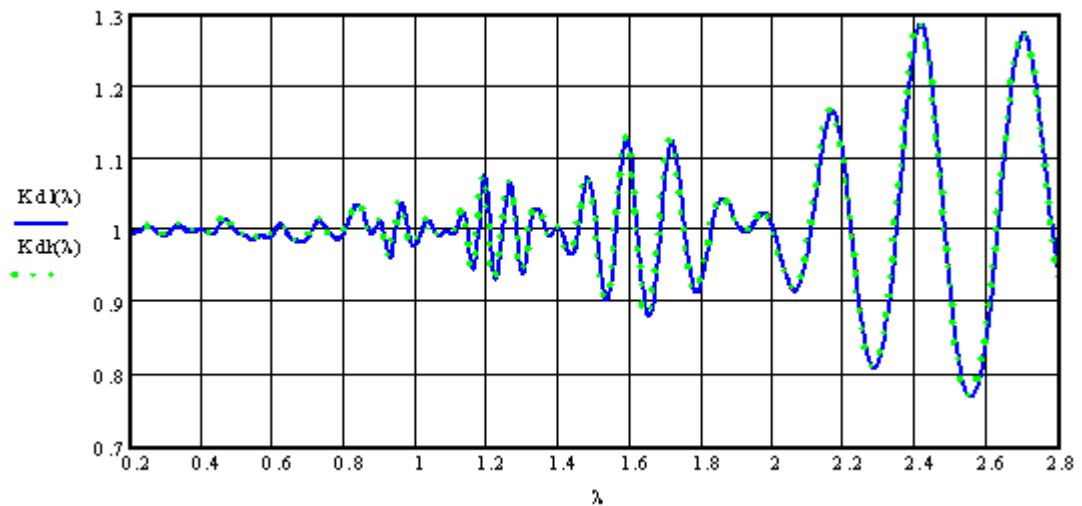


Рис. 17. Сравнение спектральных зависимостей Kd для деполаризаторов Ханле (Kdh) и «ORIEL» ($Kd1$). $D=10$ мм, $q=3^\circ$, $d=2$ мм. $Kd1 - \alpha=0^\circ$, $Kdh - \alpha=45^\circ$. Кривые полностью идентичны.

Проверим теперь деполаризационные параметры деполаризатора «ORIEL» при указанном в спецификации минимальном рабочем световом диаметре $D=1$ мм. Угол клина выберем в соответствии с указанным расхождением лучей (см. выше) $q=4^\circ$. Спектральную зависимость деполаризации рассчитаем для самой благоприятной $\alpha=0^\circ$ и

самой неблагоприятной ориентации входной поляризации $\alpha=45^\circ$. Весь рабочий диапазон разделим на три участка для более подробной картинки (см. рис.18, 19, 20).

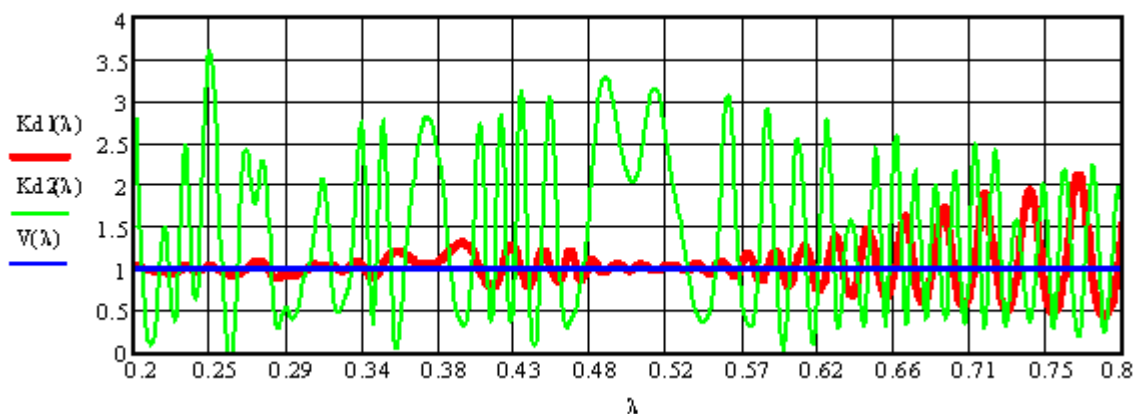


Рис. 18. $Kd1$ – азимут входной поляризации, $\alpha=0^\circ$, $Kd2$ - $\alpha=45^\circ$; $V=1$.

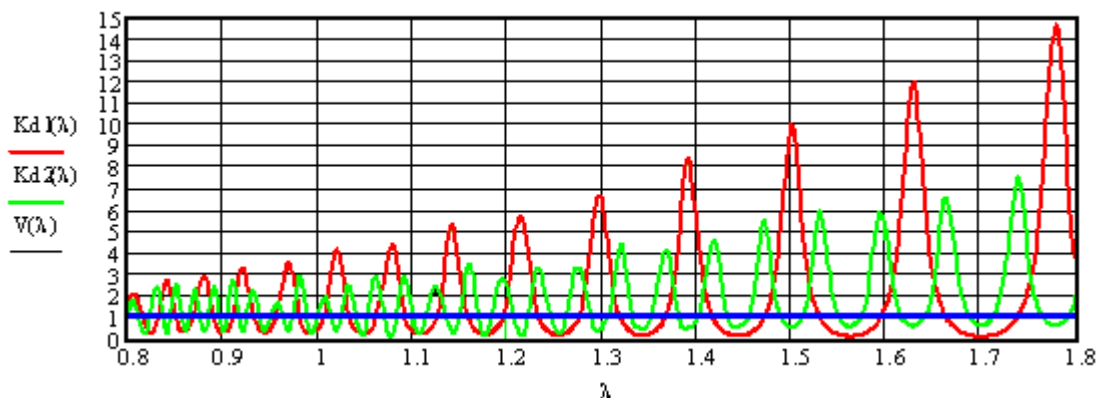


Рис. 19. $Kd1$ - $\alpha=0^\circ$, $Kd2$ - $\alpha=45^\circ$.

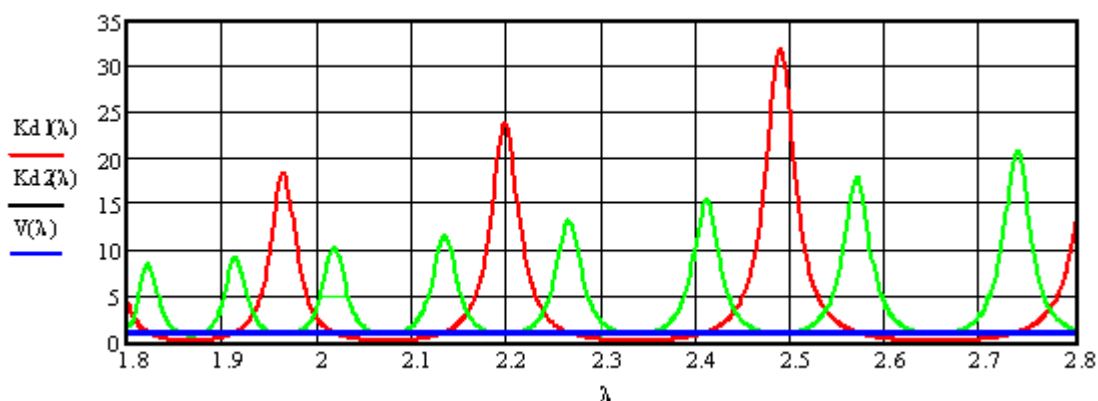


Рис. 19. $Kd1$ - $\alpha=0^\circ$, $Kd2$ - $\alpha=45^\circ$.

Из приведенных графиков следует, что при световом диаметре $D=1\text{мм}$ и угле клина порядка 4° , комбинированный деполаризатор приемлемо работает только при длинах волн, короче $0,5\text{ мкм}$. При более длинных волнах он начинает работать, только как деполаризатор Лию и мало пригоден для монохроматического излучения.

Комбинированный деполаризатор описанного типа имеет в области благоприятных ориентационных углов входной поляризации такие же характеристики, как и деполаризатор Ханле и предъявляет такие же требования к величине светового диаметра пучка и угла клина. Но его применение вместо деполаризатора Ханле

целесообразно, поскольку ни при каком азимуте поляризации входного излучения он не пропускает линейно поляризованное излучение, существенно не понизив его контраст. Хотя при неблагоприятной ориентации, его K_d осциллирует с заметной амплитудой (рис. 16).