

УДК 681.7(068)

Липская Марина Анатольевна – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева)

Қыдырхан Жұлдыз Бағдатқызы – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева)

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВОЛОКОН

Актуальность микроструктурных оптических волокон (МОВ), их еще называют, дырчатых оптических волокон, является самой актуальной задачей в области волоконной оптики последнего времени. Такой огромный интерес возникает как следствие уникальных свойств и возможностей таких оптических волокон - широкий одномодовый диапазон, уникальные дисперсионные характеристики и их сильная зависимость от геометрических параметров оптического волокна, большое значение нелинейного коэффициента обусловленного сильной локализацией поля моды, увеличенное двулучепреломление по сравнению с обычным РМ оптическим волокном. Эти уникальные свойства находят широкое применение в телекоммуникациях, нелинейной оптике, метрологии, атомной и медицинской оптике.

Новизна данной темы заключается в том что микроструктурированное волокно принесет новые революционные изменения в проектирование волокон. Теоретические знания были получены с помощью вычислений, а современные технологии сделали возможным производство этих волокон с различными замечательными свойствами. Данные волокна позволяют создавать положительную дисперсию волновода в одномодовых волокнах. Применяются для датчиков, интерферометров, а также для сокращения поляризационной дисперсии.

В последнее время микроструктурированные волокна привлекают все больше внимание в связи их уникальными свойствами. Эти волокна включают переодическую структуру воздушных пустот в пределах кварцевой сердцевины, причем в центре могут находиться точечные, линейные, полые дефекты, которые играют роль оптических волноводов [1].

Микроструктурированные волокна изготавливаются по классической волоконной технологии. То есть методом перетягивания в подобии исходной заготовки или пакета. Например, гексагонально уложенных стеклянных или кварцевых капилляров, или дополнительного отверстия большего диаметра. Направляющие свойства таких структур определяются в основном переодической структурой диэлектрика вблизи дефекта, т.е. зависят от выбора диаметра отверстий их геометрии и расположения.

Микроструктурированные волокна менее чувствительны к изгибам и к кручению. Волокна сохраняют одномодовый характер распространения с минимальными потерями в широкой области спектра, обладают нулевой дисперсией групповых скоростей вплоть до 650 нм [2].

Эти изобретение относится к области волоконной оптики, в частности к технологии изготовления микроструктурных оптических волоконных световодов с двулучепреломлением, и может быть использовано в волоконно-оптических системах передачи информации, а также при конструировании датчиков физических величин.

Способы получения микроструктурных оптических волокон включают этап производства заготовки и этап вытяжки волокон. Для производства преформ применяют известные способы: сверление, шлифование, полирование, травление и раздувание продольных каналов в преформах, сборку и перетяжку кварцевых заготовок,

сформированных из набора труб и стержней различных форм в поперечном сечении; формирование структуры преформ продавливанием через форму-шаблон (способ пригоден для легкоплавных материалов, например полимеров) и др.

Воздушные каналы имеют перемычки толщиной менее передаваемой длины волны и расположены периферически относительно центра сердцевины на расстоянии от 2 до 10 наибольших из передаваемых длин волн, при этом сердцевина оказывается как бы подвешенной в воздухе или в другом газе продольных каналов. Это позволяет рассматривать такие волокна, как микроструктурные оптические волокна с подвешенной сердцевиной (МОВПС). Известно дырчатое волокно, которое может уменьшить потери на малых длинах волн. Сердцевина этого волокна отделена от отражающей оболочки слоем воздушных каналов, параллельных оси волокна [4].

Существенными признаками способа, влияющими на получение технического результата являются:

- получают на всей длине стержня-заготовки не менее 4-х пазов, попарно симметричных относительно плоскости, проходящей через продольную ось вращения заготовки (зеркально симметричных относительно указанной плоскости), причем форма и размеры каждой пары симметрично расположенных пазов одинаковы (рисунок 1).

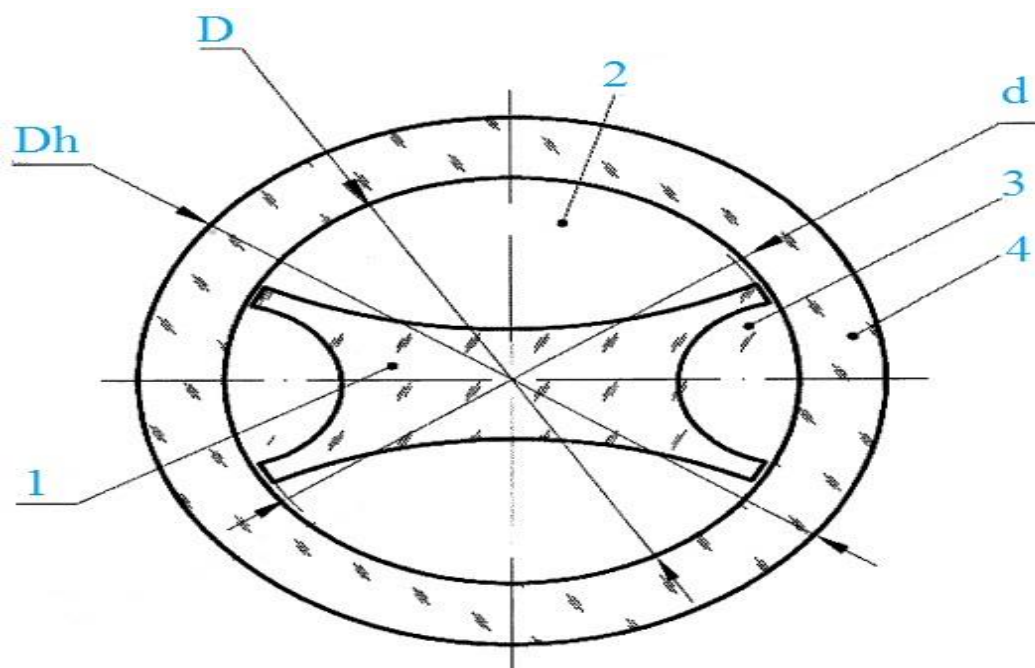


Рисунок 1- Схема расположения и формы пазов на заготовке сердцевины

- сплавляют стержень-заготовку и стеклянную (кварцевую) трубу в нерабочей области (рисунок 2). Признак обеспечивает фиксацию трубы на стержне-заготовке и получение неразъемного, негерметичного соединения;

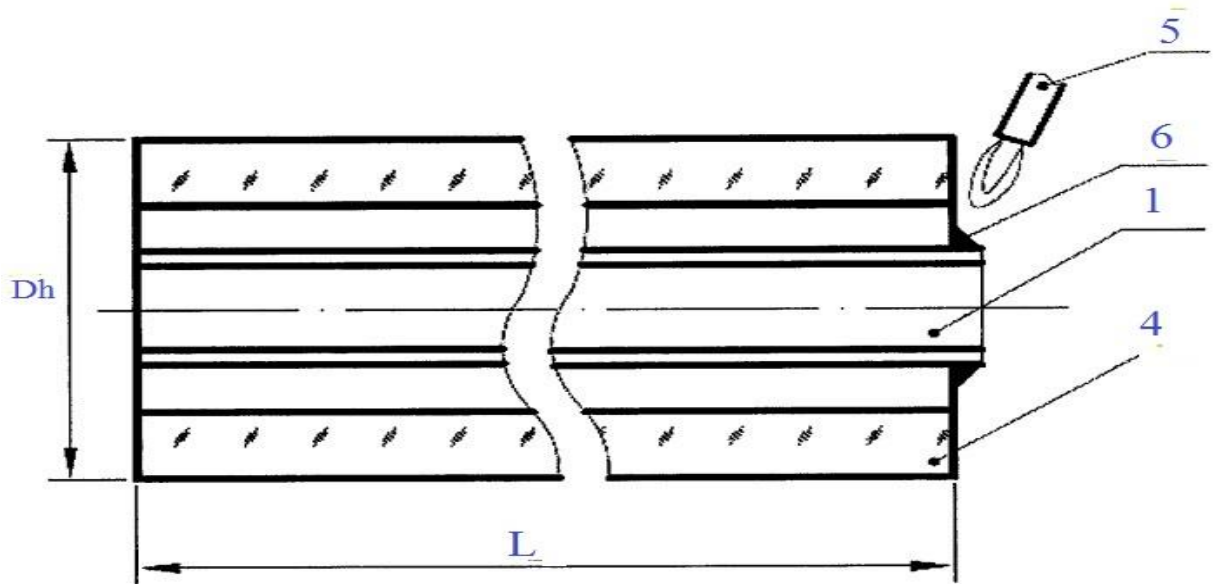


Рисунок 2 –Схема сплавления стержня-заготовки и кварцевой трубы

- собирают стержень-заготовку со стеклянной (кварцевой) трубой. Признак обеспечивает получение сборки, имеющей заготовки внутренних каналов, необходимые для получения воздушных каналов МОВПС;

- перетягивают стержень-заготовку и трубу в предзаготовку (рисунок 3). Признак обеспечивает перетяжку с одновременным нахлопыванием трубы и получение требуемого диаметра предзаготовки;

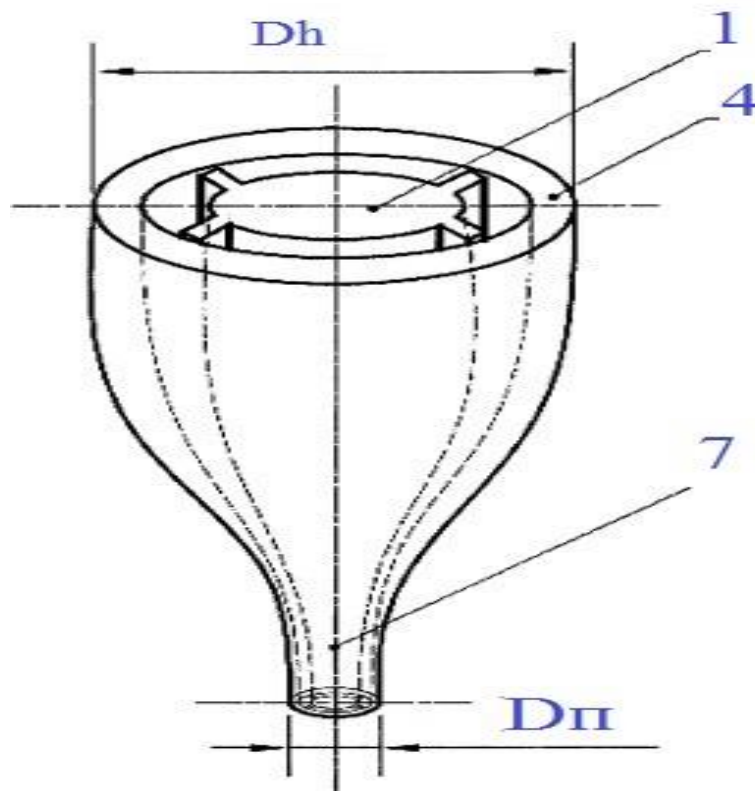


Рисунок 3 –Схема перетяжки стержня заготовки с кварцевой трубой в предзаготовку

- растравливают внутренние каналы в отрезке предзаготовки (рисунок 4). Признак обеспечивает получение требуемых толщин перемычек и размеров каналов за счет их растворения HF кислотой, прокачиваемой под давлением сквозь каналы;

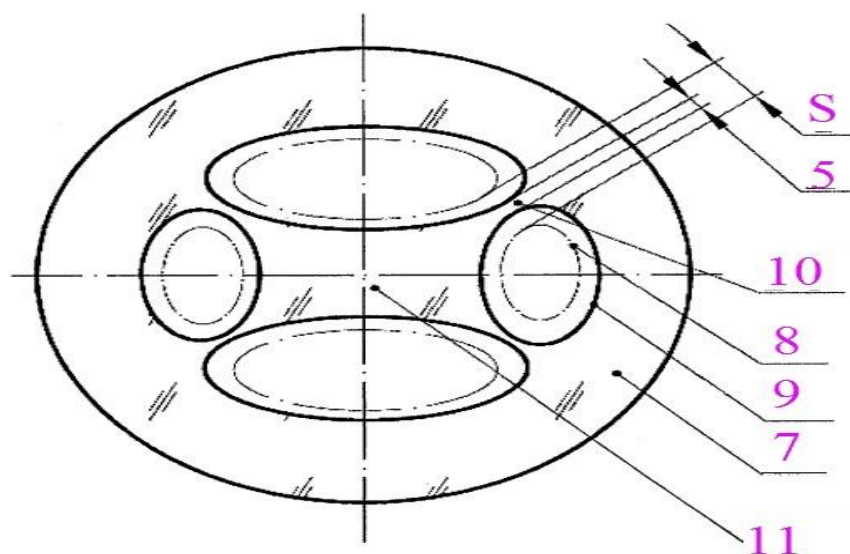


Рисунок 4 – Схема растравливания каналов в предзаготовке

- получают преформу путем сплавления отрезка предзаготовки и капиллярной кварцевой трубки на стороне, противоположной трубчатому технологическому держателю (рисунок 5).

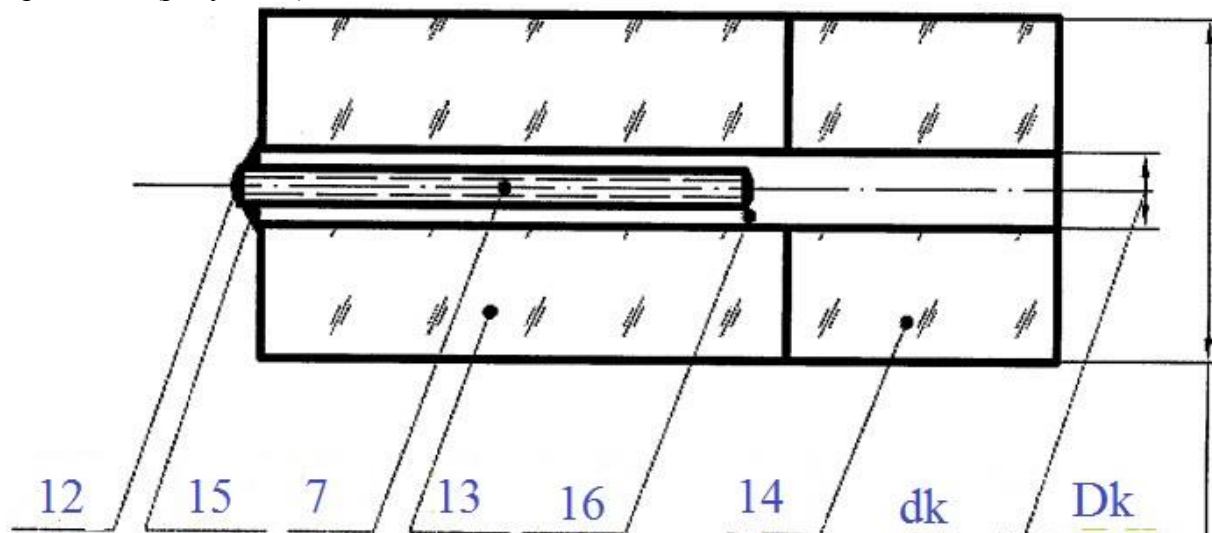


Рисунок 5 – Схема сплавления предзаготовки с капиллярной трубкой

На рисунке 6 - показана микрофотография поперечного сечения сердцевины МОВПС с 6 каналами, полученной описанным вариантом осуществления способа.

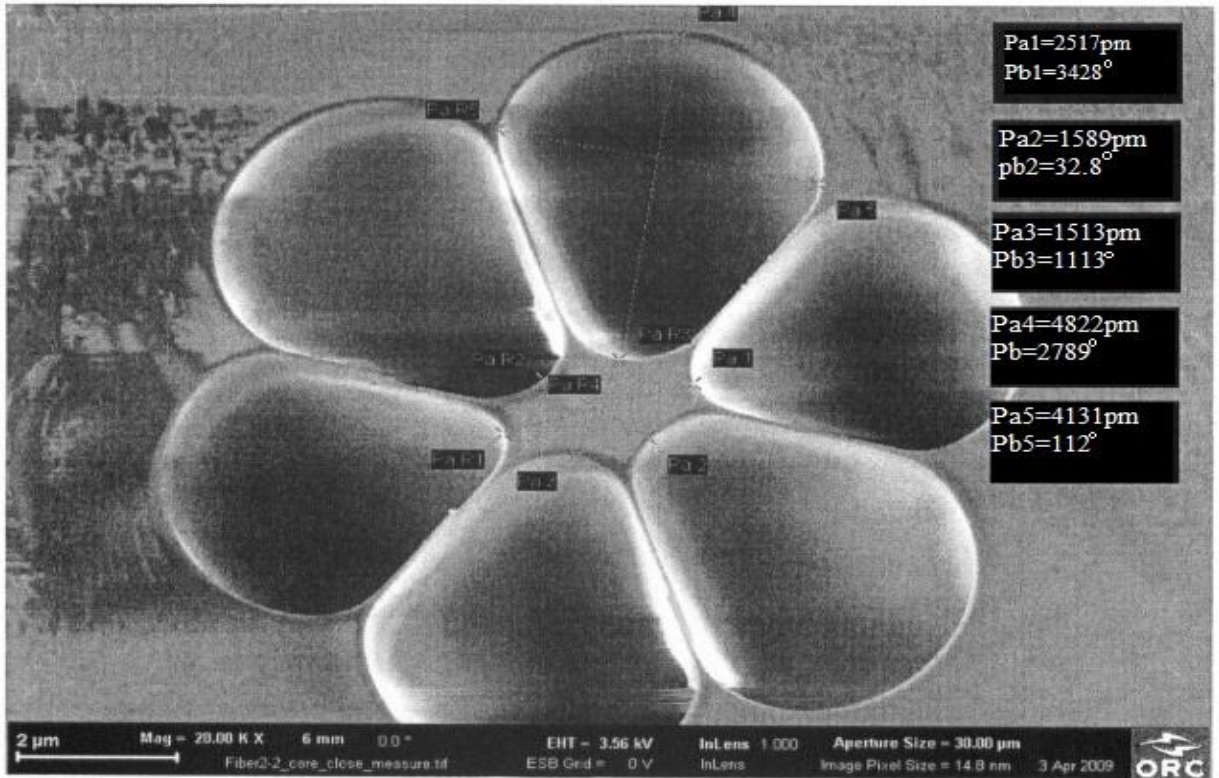


Рисунок 6 – Микрофотография поперечного сечения сердцевины МОВПС с 6 каналами

На рисунке 7 - показана микрофотография поперечного сечения МОВПС с 6 каналами, полученного описанным вариантом осуществления способа.

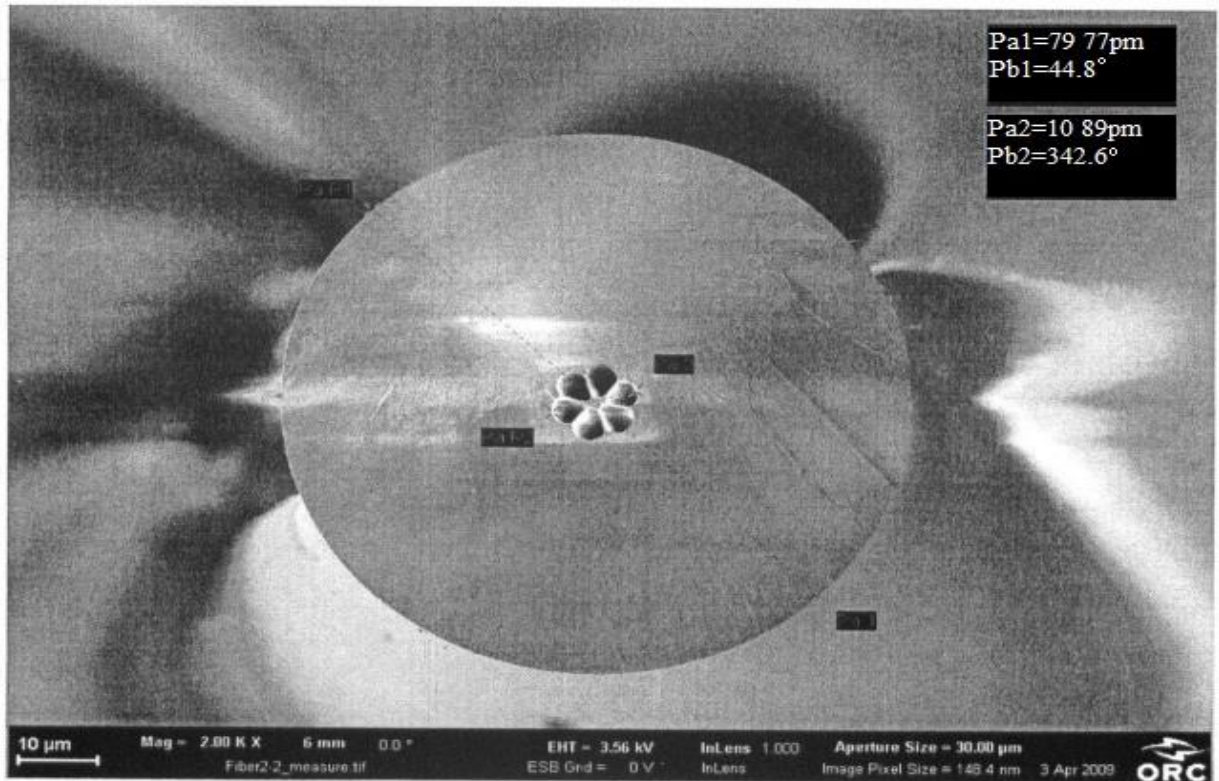


Рисунок 7 – Микрофотография поперечного сечения МОВПС с 6 каналами.

Общими существенными признаками прототипа [3] с представленным в описании техническим решением являются:

- изготавливают исходный стержень-заготовку из плавленного кварца;
- получают на всей длине стержня-заготовки четное количество пазов;
- промывают и сушат стержень-заготовку;
- собирают стержень-заготовку со стеклянной (кварцевой) трубой;
- сплавляют стержень-заготовку и трубу в нерабочей области;
- перетягивают преформу в оптическое волокно и наносят защитное упрочняющее покрытие.

Цифрами на рисунках 1-8 обозначены: 1 - стержень-заготовка, 2 - первая пара пазов I-I, 3 - вторая пара пазов II-II, 4 - стеклянная (кварцевая) труба, 5 - газовая горелка, 6 - место сплавления, 7 - перетянутая предзаготовка, 8 - исходный контур канала, 9 - растравленный контур канала, 10 - перемычки между каналами, 11 - область сердцевины предзаготовки, 12 - запаянный торец предзаготовки, 13 - капиллярная трубка, 14 - трубчатый держатель, 15 - место сплавления отрезка предзаготовки 7 и капиллярной трубки 13, 16 - щель.

На рисунках 1-8 буквами обозначены: d - диаметр стержня-заготовки, D - внутренний диаметр кварцевой трубы, D_n - наружный диаметр кварцевой трубы 4, D_p - диаметр перетянутой предзаготовки, D_k - наружный диаметр кварцевого капилляра, d_k - внутренний диаметр кварцевого капилляра, L - длина отрезка предзаготовки; S - толщина перемишки нерастравленных каналов.

Выводы:

1. Микроструктурированные волокна менее чувствительны к изгибам и к кручению.
2. Волокна сохраняют одномодовый характер распространения с минимальными потерями в широкой области спектра, обладают нулевой дисперсией групповых скоростей вплоть до 650 нм.
3. Современные технологии делают возможным производство данных волокон с замечательными свойствами.
4. Микроструктурированные оптические волокна позволяют сделать в одномодовых волокнах положительную дисперсию.
5. С уникальными свойствами их в телекоммуникациях, нелинейной оптике, атомной оптике, медицинской оптике, метрологии широко применяют.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент US 6415079 B1, 2002. Optical Fiber Gratings Having Internal Gap Cladding For Reduced Short Wavelength Cladding Mode Loss.
2. Miniature microstructured fiber coil with high magneto-optical sensitivity. Yu.K.Chamorovskiy, N.I.Starostin, M.V.Ryabko, A.I.Sazonov, S.K.Morshnev, V.P.Gubin, I.L.Vorob'ev, S.A.Nikitov. Optics Communications, 282, (2009), 4618-4621.
3. Патент US 7155097 B2, 2006. Fabrication Of Microstructured Fibres.
4. White T. P., Kuhlmeier B. T., McPhedran R. C. et al. Multipole method for microstructured optical fibers. I. Formulation // Journal of Optical Society of America B. 2002. Vol. 19. Number. 10. P. 157-161.